

## Web 3時代に向けたメタバース等の利活用に関する研究会（第4回）

### 議事録

1. 日時 令和4年10月31日（月）13:30～15:35

2. 場所 総務省第3特別会議室 及び オンライン（ハイブリッド開催）

3. 出席者

（1）構成員

総務省会議室：小塚座長、出原構成員、是津構成員、塚田構成員、仲上構成員

オンライン：雨宮構成員、石井構成員、岡嶋構成員、木村構成員、増田構成員

（2）発表者

総務省会議室：吉藤健太郎氏（株式会社オリィ研究所 代表取締役CEO）、土橋浩氏（一般財団法人首都高速道路技術センター 副理事長、デジタル・イノベーション研究所長）

オンライン：村上数哉氏（コマツ スマートコンストラクション推進本部企画部主幹）

（3）総務省

竹内総務審議官、鈴木官房総括審議官、植村官房審議官、山路情報流通行政局情報通信政策課長、井幡情報通信政策研究所長、高村情報流通行政局参事官、扇情報流通行政局参事官付企画官、金坂情報通信政策研究所調査研究部長 ほか

（4）オブザーバー

内閣府、個人情報保護委員会事務局、金融庁、デジタル庁、経済産業省、国土交通省

4. 議事

1 開会

- 2 議事
- （1）株式会社オリィ研究所御発表
  - （2）一般財団法人首都高速道路技術センター御発表
  - （3）コマツ（株式会社小松製作所）御発表
  - （4）意見交換
  - （5）その他

3 閉会

## 開会

【小塚座長】 それでは、そろそろ定刻かと存じますので、Web3時代に向けたメタバース等の利活用に関する研究会、第4回の会合を開催したいと思います。

本日は御多忙の中、皆様、本会合に御出席をいただきまして、誠にありがとうございます。また、オンラインにて御参加の構成員の皆様方もありがとうございます。

本日は、こちら、総務省の会議室と、それからオンラインのハイブリッド形式ということで開催させていただいております。したがってと申しますか、前回までと少し異なるのですが、オンライン参加の構成員の皆様も、もし御支障がないようでしたら、御発言時以外も含めて、カメラをオンにいただけますようお願いを申し上げます。マイクのほうは、雑音等の関係もありますので、御発言時以外はオフということをお願いいたします。

また、本日の会議は公開ということにさせていただいております。多数の方に傍聴に入らせていただいていると承知しております。

その傍聴の皆様をお願いを申し上げます。この会議の録画・録音はお控えいただきますよう、禁止ということでお願いをしたいと思います。どうぞよろしく願いいたします。

それでは、議事に先立ちまして、事務局から配付資料の確認をしていただきたいと思います。事務局、お願いいたします。

【金坂調査研究部長】 資料の確認をさせていただきます。本日は御講演資料といたしまして、資料の4-1及び4-2を配付しております。何かございましたら事務局までお知らせください。

【小塚座長】 ありがとうございました。

それでは、早速、議事を進めていきたいと思っております。本日、議事の1から3が予定されておりまして、これで3件の御講演を伺うということです。

これも前回までと少し違いますけれども、各御講演が終わりますごとに15分程度質疑を設けまして、さらに、全ての御講演が終了した後に全体を通した質疑応答、あるいは意見交換という形で進めたいと思っております。

## 議事

### (1) 株式会社オリィ研究所御発表

【小塚座長】　　そこで、早速、議事1であります。株式会社オリィ研究所の代表取締役CEO、吉藤健太郎様に御講演をいただきます。タイトルは、「超高齢化、外出困難社会における分身ロボットによる社会参加事例」ということでございます。

吉藤様には、この会議室内ではスクリーンの前に、実は分身ロボットOriHimeをお持ちいただいております、途中、このOriHimeを介して御講演をいただきます。

オンラインで御参加の皆様、今、資料の共有が始まっております、この資料と、それからウェブカメラ上で配信されておりますOriHime、この双方を御覧いただきながらお聞きください。どちらかの画面だけが大きくなっているという方は、画面レイアウトを調整していただいて両方が見えるようにしていただくと、お分かりいただきやすいかと思えます。

そして、先ほど少し申し上げましたが、とりわけこの吉藤様の御発表については資料投影のみということで配付いたしませんので、録画・録音についてお控えくださいますようお願いを申し上げます。

それでは、吉藤様、どうぞよろしくお願いたします。

【吉藤氏】　　よろしくお願いたします。吉藤と申します。

では、始めさせていただきます。

今、画面に映っているのが、我々が新日本橋駅の目の前の場所で実験を行っている、特殊なカフェでございます。今、モニターに映っている大きなロボットと、今、この会場にも置いてある小さなロボット、それぞれOriHimeというロボットなのですが、大きいほうはOriHime-Dといいます。このロボットが働く。なので、皆さんがもしこのカフェにお越しただけると、このロボットが出迎えを行い、カフェでオーダーをお取りして、ドリンクを運んでくるという、少し変わったお店なのですけれども、ではこのロボットが人工知能なのかというと、そうではなくて、実は私の仲間がこのロボットを遠隔操作して働いていると、そういう少し変わったお店です。

では誰が働いているのかというと、このロボットの向こう側には、例えば私の友人で、心臓移植を待機して数年間、入院とか療養している仲間ですとか、もうひきこもり、対人恐怖症で人前に出ることができなくなってしまった方、ALSになってしまった方、様々な事情で重度障害、精神的にも含めて、外に出ることができなくなった人がここで接客をしているという変わったお店です。少し事例と、今日は実際にOriHimeを持ってきていますので、デモンストレーションさせていただければと思っております。

では、進めさせていただいて、私です。これはまた大分若いときの写真ですけれども、私ではなくてそこにある黒いロボット、これが初代OriHimeというわけでした、私は早稲田大学出身なのですが、その大学の学部生だった頃に、当時、大学というところは出席点が厳しゅうございまして、私、実は昔からコンプレックスが一つあって、何かというと、名前が健康で太っていて朗らかと書くのですけれども、全部外れているのです。昔から、何かというと健康ではないと。実は小学校の頃なども、3年半ほどほぼ学校に通えなかった時代があったり、生まれてすぐ入院をしていたりということで、私自身もすごく昔から体調が悪くて、今日も少し午前中、寝込んでおったのですけれども、割とふだん体調を崩している人間です。

そういうこともあって、大学時代、あまりにも出席点というものが難しかったものですから——テストの点は取れるのですけど——、要は体を動かすことができない我々は生きづらいなということで、もう1個の体が欲しいと思っていました。そこで作ったのがこのOriHimeというロボットです。ちなみに入院中、折り紙ばかり折っていたということで、私、ハンカチ王子君というのが同期におりまして、彼がハンカチ王子だったら私は折り紙王子と呼ばれていたこともあって、それが嫌だなということで、みんなからオリィと呼ばれるようになって、それでオリィと名のついていて、オリィ研究室を大学でつくったのが株式会社になってオリィ研究所となっておりますので、私のことはオリィと呼んでいただければ、幸いです。

それで、昔から結構体が弱くて入院していたのですけれども、そのときに一つ興味があるものがあって、それが何かということこれなのです。もっと格好いい車椅子を作りたいと思っていた私は、その後、工業高校に行きまして、こういう車椅子を作ったり、傾くと危ないということも、車椅子に乗っていたこともあって知っていたので、では傾かない車椅子を作ろうというような、水平を保ち続ける車椅子を2004年に開発したり、段差を上れるタイヤホイールを作ったり、そういうことをやっていました。

最近も結構、車椅子系の仕事もやっていて、例えば床擦れとかもすごく今、大きな問題になっているのですけど、30分に1回、家族が呼ばれるのですが、ALSの人が姿勢を自由に変わることができるようなシステムをつくったり、例えば皆さんも体を動かすことができなくなるかもしれないですが、ひとつ御安心くださいと。視線入力で立ち上がって走り回るというような技術をつくることは、我々は可能で……。少し映像が止まってしまっていますね。そうですね、これも視線入力で走り回るができる車椅子とか、こういうものを作

っていたりします。

これはスウェーデンの車椅子メーカーと一緒に作っているのですが、そういうことをやっているのですが……、こたつをつけてみたり、そういうこともやっているのですが、しかし、車椅子を作りたいわけではなくて、私がやりたいことは何かというと、体を動かすことができない人とか重度障害を持っていたりという人にとって、障害があるかどうかというよりも、外出困難であるということのほうが大きな問題であると思っていて、世の中、コロナによって多くの人が実感されたように、体が動くことを前提に世の中はデザインされているのですが、これはもう10年以上前に作った資料なのですが、要はこれから先出てくる孤独感というものを私は3年半の間あまりにも強く体感して、天井を眺め続けた結果、日本語を忘れかけた経験もあります。笑い方を忘れかけた経験もあって、これは鬱や認知症の原因になるなど思っていて、これをどうやったら解消することができるのかということ、17歳の頃から研究を始めて、今17年目になります。

今、私たちが行っている取組は様々なアプローチがあって、車椅子もそのうちの一環だったわけですが、しかし、車椅子にも乗ることができない、車椅子があっても外出できない方もいるわけです。御存じのとおり、これも10年ぐらい前の資料ですが、少し両方伸びてはいるのですが、今なおこの差は縮まっていないということで、健康寿命と平均寿命に約10年の差があって、私はたった3年半で気が狂うほどしんどくなって、もう本当に死のうと思っていた時代もありましたが、これがこれだけ続くと思うと、日本は100年生かすつもりだということらしいのですけれども、たまったものではないと。

では、どうすれば……、健康ではない、つまりみんな障害を負うわけですが、そういう中でどう自分らしく生きていくのが正解なのかということ、人類は誰も知らない。ほかの国からは、日本は呼吸器をつけるけど、それを外せる法案をつくれと言われていた始末なわけですが、実際に様々な患者会で。ではどうすればいいのかということ、いろいろ考えて、今、様々な方々と研究をした結果、心を運ぶモビリティが必要であろうということでOriHimeというロボットをつくったのが2010年ぐらいでして、それからずっと、このOriHimeというロボットを使っての実証実験を行ってきました。

実際、今、様々なところでOriHime、例えば入院している人とかひきこもりの人とか、そういうところで使われております。これがあれば、私が行きたかった、できなかった学校に通ったり、修学旅行に参加したり、そういったことができたかもしれないということで、今、学校現場で使われたりという形で、入院していて学校に通うことができない子供た

ちのもう一つの体として機能しているところがあります。山の上に登ることができない人が山に登ったり、例えば神戸市では、ひきこもりの人がこのシステムを使うことによって社会に参加するという実験も、今行っているところです。

それだけではなくて、例えば高齢の方もそうです。外出ができなくなって、お墓などはバリアフリーでは全くないわけですが、意外と、例えばお花屋さんに依頼して、代わりにお墓参りに行ってきてほしいと、そういうふうなものもあるのですが、リアルタイムで送ることができるということで、こういうふうな形で手を合わせるということを行ったり、海外にいる人が例えば結婚式に参加するというのも、これはコロナ前ですけれども、今まで60回ぐらい使われてきたりということで、もともと障害者向けに作っていたところがあったのですが、今、多く、幅広く使われるようになってきております。

少しだけ、ではここで、一旦、デモをさせていただこうかと思っています。このロボットは遠隔操作、インターネットを使って動かすようになっていますので、ネットがつながれば基本的にどこでも動かすことができるということと、ブラウザから操作することができるようになっています。

では、幾つかシンプルなデモだけお見せしようかと思うのですが、今、ロボットOriHimeが見ている映像がここに映ります。今、これは私の手元です。今、こちらの会場の様子が少し見える形になるのですが、例えばこの右のほう、この辺りをクリックしますと、ロボットが、そこが中心になるように動くという形になっています。私のほうからはぬるぬると動いておるのですが、すみません、今、皆さんの映像のほうに、Webexの遅延が大きいようではございますけれども、周りを見渡すことができたり、例えば手を上げたりということもできるようになっています。

こういうふうなシステムを使うことによって、あと下に置いてあります部分で、例えば皆さんがしゃべっている言語をテキスト化して、聞くことができない人が見えるようにしたり、英語とかほかの海外の言葉を日本語に変換することができたり、逆に我々がしゃべった言葉をフランス語であったり……。私も先月オーストリアにおったのですが、そのときも、ドイツ語を私はしゃべることができませんので、ここでしゃべった言葉をドイツ語に変換してしゃべると、そういうこともできるようになっています。

このシステムを、例えば体を動かすことができない方の場合はどこの体が動くのか、指先なのか視線入力なのか、そういった残された部位を使って動かすというものを使って、学校に通っているというわけです。

では、戻しまして、今、コロナになったこともあって、海外旅行などでも使われるようになりました。私も車椅子をやっていると思うのですが、障害者の人が使うツール、障害者の人だけが使えるというふうになってしまいますと、みんなが使いたがらないこともあって、私としては多くの人に使ってもらえることは歓迎だなと思っておるのですが、日本から出ることができない外出困難な方が、O r i H i m e を使って外に行くというようなことで、様々な観光プログラムをつくったり、逆に海外の方が日本に来ることができなかつたときにおいては、このロボットで観光するというプログラムをつくったりもしていました。

では、このシステムが本当に孤独の解消になるのかということで、実際に使われて、これによって生きることを決意された方もいらっしゃいます。それが誰かといいますと、A L S になった教頭先生なのですけれども、広島県にお住まいの方で、55歳のときに急に体が動かなくなつたと。何かというとA L S であるということで、もう僕は呼吸器をつけないと。ちなみに日本で呼吸器をつける方というのは3割もいませんで、これは世界的に見ると、世界では1割の人しか呼吸器をつけないと。この教頭先生ももう僕は呼吸器をつけませんとおっしゃっていたのですけれども、実はO r i H i m e があるよと生徒会の2人が知っていて、それを提案してみたところ、教頭先生は、家からこのO r i H i m e を遠隔で操作して、卒業式に参加するということを行われました。

このO r i H i m e からは教頭先生の声も出ますし、スピーチもされていると、生徒さんはこのO r i H i m e が教頭先生に見えてくる。すると、教頭先生の出席された卒業式としてみんなの記憶には残り、教頭先生は僕が出席できたという実感が残る。それによって教頭先生は、まだ僕ができることはあるかもしれないとか、こういうふうなことでごく心を動かされたとおっしゃっていて、実は呼吸器をつける決心をされて、今もこの学校とか、広島県のA L S 協会の副支部長として生きがいを見つけて、呼吸器をつける決心をされて、言葉は失ったのですけど、今も活動をされていらっしゃいます。

では、どのようにされているか。我々はもう一つ、O r i H i m e のほかにもインターフェースをつくっているのですけれども、目だけでパソコンを動かすことができる装置は厚労省の方々と一緒にやらせていただいて、目だけでパソコンを動かすことができるシステムを2013年ぐらいから開発を……。実際、O r i H i m e を使うことができない方で、指先も動かないという方と出会っていたので、その頃から開発を進めていまして、2017年には購入補助制度が適用されて、患者さんは買うことができるようになっていまして。例えば国会議員になられた船後さんもこのシステムを使っていらっしゃいますけれども、視線入

力だけでコンピューターを動かすことができると、例えば子供たちがこれを使って絵を描いたりしています。それを見た方が、目だけで絵が描けるなら描いてみようということで、描いた絵がこれだったりします。これが視線入力で、目だけで書いた絵なのですが、こういうことが今できるようになっています。

ちなみにこの絵を描かれた方は、皆さん、御存じかもしれませんが、2年前にお亡くなりになってしまったのですけれども、農林水産省の榊さんという方で、ALSになってしまったて仕事をするのができなくなってしまったけれども、OriHimeを使えば仕事をし続けることができるのではないかとということで、OriHimeで、ずっと御本人は神奈川の病院から退院されることはついぞなかったのですけれども、視線入力で実際に仕事をされたりシンポジウムに参加されたりということで、仕事を続けていらっしゃり、その合間に趣味の時間として絵を描かれていました。

こういうふうには、ALSの方々がOriHimeを使っているケースも結構多く、例えば御本人の体はもう寝たきりで動かすことができず、周りからは分からないと。ただ、彼のもう一つの体がここに存在するわけです。OriHimeが、私が「こんにちは」と言うと、当然、その下にいらっしゃる榊さんには聞こえているわけですが、視線入力でOriHimeを操作して、合成音声で「こんにちは」というふうには——今、すみません、音声を切っているのですが、合成音声で会話することができるようになっていて、目だけで打ち込むことができます。このあたりも東芝さんと合同で開発して、自分の声を残しておいて、失う前、気管切開する前の声をそのまま使うことができるようなシステムをつくり、これもクラウドファンディングなどと組み合わせることによって患者さんは無料で提供されると、そういう形にはなっていますので、皆さん、自分の声を残して使い続けるということも、最近、当たり前になるようになってきました。

このOriHimeがあることによって、周りの人とコミュニケーションができると。写真撮って投稿するという方も……、榊さんはこのように、農水省の仲間たちにもフェイスブックでコミュニケーション取られたりということも全部目だけでやったり、OriHimeで旅行に行って、そのまた絵を描くということができている。こういうふうな技術も我々は開発し、全国数百人以上のALSの患者さんないし様々な難病の方々に使っていたいて、中には、視線入力だけでDJをやったり企画をするような方も現れました。

さて、今、取り組んでいるのがこの問題でございまして、特別支援学校などでも使われているのですけれども、使って勉強したところで、彼らの就職先がないという問題です。実際、



就職率はなかなか大変なものがありまして、知的障害の子たちが3割ぐらい就職できているのに対して、肢体不自由の子たちの就職率は5%になっていますし、では進学しているのか、いえ、進学率も3%ぐらいです。ほとんどの人たちは、知的障害がなくても就職はできず、そのまま障害者年金などをもらいながら施設に入ってということが今、当たり前になっていて、今、企業も何をすれば彼らを雇えるのか分からないし、彼らも何を勉強すれば就職できるか分からないというのが現状。

今ここに映っている方々、真ん中にいる方は元スタンフォードにいた方だったり、横にいらっしゃるこの青い服を来た方は、最近のALS協会の会長で元外務省にいらっしゃった嶋守さんだったり、様々な方々が、市議会議員さんとか社長もいるのですけれども、皆さん、ALSないし難病になると仕事を辞めているのです。こういった方々が仕事をしたいと思っても、できていないということが現実で、ではどうすればいいかということで我々が今開発しているのが、では、肉体労働を可能にするテレワークというものを提案してみよう。つまり何が言いたいかといいますと、ここまで仕事をもともとできる方であれば、コンサルとか講演をしたりができるかもしれませんが、今、多くの人たちは、全く人生経験を積むことなく大人になってしまったり、10年間、20年間、仕事をしていない人が、いきなり知的な労働することは難しいです。

しかし、我々が高校生の頃は肉体労働で——もう私は難しかったのですけれども、私も一応郵便配達などはしましたけれども、そういうような肉体労働であれば、仕事をする側も振りやすいだろうということで、では、社会への一歩目として接客、肉体を動かすということができれば、社会への一歩目のハードルを下げるができる。この物理的、フィジカルな部分を強みにしていこうということで、今、開発しているのがOriHime-D。

奥にいらっしゃる寝たきりの方、岡部さん、元ALS協会会長ですが、私の将来の姿であると思っています。私は結構体が弱いので、将来、恐らくまた天井を眺め続けることになるだろうと思っています。もしかすると、全人類、いつか体を動かすことができなくなるかもしれませんが、自分のもう一つの体があれば、身の回りのことを行うことができるかもしれないし、家に友人が来たときに、自分の子供や孫が遊びに来たときに、頭をなでてあげたりができるかもしれないし、冷蔵庫を開けて何か出すことができるかもしれない。将来は、自分の体の介護を自分でできるようにしたいというのが、私の一つの夢であったりします。

こういうふうなものを実現すべく、今、様々な寝たきりの、患者と言わずに私は先輩と呼んでいるのですが、寝たきりの先輩たちとともに研究を重ねてきており、このOriHime

eを使ってお金を稼ぎに行こうではないか、誰かが喜んでくれる自分であろうではないかということで、今、様々なメンバーたちとともにやっているのが、この分身ロボットカフェという実験でございます。

このOriHimeというロボット、このような形で、これは渋谷で実験したときの様子ですけれども、このロボットを操作しているのが、例えば福岡に住んでいる寝たきりの女子高生だったのですけれども、こういうふうに仲間と一緒に働いたりということを経験することで、彼女には夢ができて、つまり勉強しても、就職もできなかったし将来なりたいものになれなかったわけですけれども、何か勉強したいとか、そういうふうになって、彼女は今、大学に進学をして、OriHimeを使って大学で勉強をしていたりするのですが、このような形で、彼女も対人が苦手でも人前に出ることができないのですけれども、仲間と一緒に働くという経験を通して、自分の居場所を手に入れることができ、割と生き生きと生活をしていると。

最後に、こういうことを行っていますと、これを見た方が、OriHimeであれば働けるのではないか、何だ、寝たきりでも全然働けるのではないかということで、何とこのOriHimeというロボットだけではなくて、これで働いているメンバーそのもの、このOriHimeを操作しているパイロットと呼んでいる彼らを、彼が欲しいと。ロボットではなくて彼が欲しいということになってきまして、最近、我々、OriHimeだけではなくて、うちで働いている優秀なメンバーから引き抜かれていくということが起きていると。分身ロボットカフェの優秀なメンバーが引き抜かれると。

そうすると、何と彼らは、きちんと正社員としてOriHimeで入社して働いて、これは大阪でチーズケーキを売っているメンバーですけれども、頸椎損傷なのですけど、首から上しか動かないのですが、毎日子供たちと会ったり、どうすればお客さんが喜んでくれるだろうみたいことを考えたり、講演したり、神奈川県でも、先ほどのスタンフォードの高野さんがアドバイザーとして黒岩知事のところで働いていたり、神奈川県の受付であったりもしますし、NTTホールディングスの受付でも、このOriHime-Dが会議室までお客さんを誘導していくということを行っています。

これで実際に働かされている方は、まさに8年ほど入院されている、心臓移植を待機されている方で、ドクターからも、むしろ働いたほうが数値がいいのもっと働きなさいということで、御本人も手帳を初めて買われて、すごくうれしいというふうな事例が増えていく中、我々としましては、この分身ロボットカフェというものをつくることによって、そこからの

働き方、どのように働かせればいいのか分からないという企業に対しては、その情報を提供し、どのような形であれば働けるか分からないという特別支援学校の生徒さん、先生には、このO r i H i m e を使った接客のノウハウを提供することによって、将来、我々も体を動かすことができなくなるかもしれないのですが、そうなったときに、こういった寝たきりの先輩たちとともにつくったロードマップを参考にしながら、自分の体を動かすことができなくても働き続けられると、誰かの役に立てたり生きがいを得られる、そういう寝たきりの先を迎えたいというのが、今、私が行っている孤独の解消というものの、ざっと事例共有でございました。

全部御紹介することはできないのですが、ぜひ皆さん、分身ロボットカフェ、日本橋すぐ近く、ここから15分ぐらいですので、お越しいただけるとうれしく存じます。

以上、ありがとうございました。

【小塚座長】 どうもありがとうございました。

最初に私が、皆様、顔を出していただければと申しあげましたせいで通信が重くなってしまったようで、大変失礼いたしました。この後は多分もう大丈夫ですね。どうぞ気兼ねなくカメラをオンになさってください。

それでは、ただいまの御講演に対して御質問、御意見がある方は、どうぞ御発言ください。会場の方は挙手していただければ結構ですし、オンラインの方はチャットを入れていただけますと、整理ができるかと思えます。いかがでしょうか。

いろいろ感銘を受けるようなお話でしたけれども、いかがですか。何か御質問などありますか。

では、仲上さん、お願いします。

【仲上構成員】 もう本当に、何というか、僕がすごい見ていると思ったのは、デモンストレーションをしていただいたときに、すごく存在感があるなと思いました。やはり自分たちはフィジカルな世界の中で生きていて、今、メタバースについて議論をしているわけですが、やはり人が生きがいを得ていくという価値観の中では、こうやってフィジカルな存在としてお互いを認識するというのがすごく大事なのかなというふうに、今回のお話を伺っていて思った次第でございます。

少し質問があるのですが、今、先生が作られているO r i H i m e ですが、やはり見た目が基本的には同じというか、同じようなものをそろえられているというところで、中ではカスタマイズというか、服のような形で個性を出されているというところがあったか

と思うのですけれども、こういった見た目の部分で、逆に言うと、あえて形を統一しているというのに何か狙いというか思惑というか、そういったものはあるのでしょうか。

【吉藤氏】 結構メタバースは私も昔から好きで、ひきこもりの頃もずっとオンラインゲームをやって自我を保っていた人間なのですけど、オンラインゲームというのは、これも多少近いところはあるのですけど、違う自分になれるというか、例えばかわいい女の子になろうと思ったらなるわけですよ。違う自分になるというようなものがメタバース上の私の考えるキャラクターメイキングだとすれば、ありのままの自分でいたいという状態を、どのようにここに行けるかと考えていまして、つまりその人として——さっきの教頭先生が卒業式に出たときも、教頭先生本人としてそこにいて、生徒からも生身の教頭先生がそこにいるように感じるにはどうすればいいだろうかと考えて、初め、猫型ロボットを作ったりかわいくしたりしていたのですけど、そうすると、何かこう、初対面の人も、何かかわいい猫のロボットだと思ったらおっちゃんの声がするというふうなことで、これはメタバース世界でもよく起こりますけど、要は、本人もそう扱われたいわけではない扱われ方をするというのではなく、その人そのものとして投影されると考えた場合、P e p p e rのような、例えばロボットがA Iを持っていて、その人のキャラクターみたいな、A S I M OとかP e p p e rはよく合成音声でしゃべりますが、キャラクター性を持たせずに、あくまでよりしるとして、周りの人たちがどういう人だろうと想像できるような余地をどうつくるかということで、いろいろなパターンをつくったのですけれども、このデザインになったという形であったりします。

【仲上構成員】 ありがとうございます。

【小塚座長】 ありがとうございます。

オンラインから石井先生が御発言の御希望ということですので、よろしくお願ひします。

【石井構成員】 よろしくお願ひいたします。中央大学の石井と申します。大変勉強になる御報告をありがとうございました。

障害を持たれている方ですとか、日本は高齢化社会が非常に早いスピードで進んでいますので、そうした深刻な社会課題を解決する上で、すばらしい貢献をされている取組だと思ひました。

私のほうからは、簡単に3点ほどお聞きたい点があります。まず1点目は、今、外見のお話がありましたけれども、いろいろなパターンを御検討されて今のような形状になったということですが、ほかのパターンが選択されなかった理由として、リアルの本人に似せた

たような形状が採用されなかった理由がどういったところにあったのかというのを、お聞きできればと思います。

2点目は、今後いろいろな人が使っていくといいというお話があったかと思いますが、例えば若い世代が国際的に活躍する上で、言語の壁などを乗り越えて、ビジネスを展開する場合や、その他日本の国力を上げる可能性について、どのように捉えていらっしゃるかをお聞きできればと思います。

3つ目は、どうしてもOriHimeを運搬する人が必要なのかなと思いますが、物理的に持ち運ばなければいけないところが制約要因になってくるのかということについても、お聞きできればと思いました。

以上です。

【吉藤氏】 ありがとうございます。

では、1つ目からですけれども、外見のパターンに関しては、私が例えば学生の頃などは、これが吉藤であるということはどう証明するかというのはなかなか難しく、国会議員の船後さんなども、本当にそれが船後さんかみたいなことで、OriHimeを使うことを検討されたときもなかなか難しかったと聞いておるのですけれども、昔、私の顔をレーザースキャンしたものをシリコンでマスクを作っただけかぶせるというのをやったり、実はいろいろやったんですけど、みんなから不気味がられたり、何か違和感を感じるという……。結構その違和感というのはすごくあると思っていて、実際に動きがつくと途端に、例えばかわいいぬいぐるみであっても動くときに急に、それがモーターっぽい動きであると、不気味に感じるということが起きたりします。

そういうふうなことで幾つかパターンをつくった中で、生き物に寄せると、その生き物との差を感じ始めるということもあって、今、このようなデザインになっていて、これをベースにユーザーの人たちにカスタマイズしてもらおうというところに、今は落ち着いていますが、そこについて、今のところ特にこうしてほしいという要望を強くもっているというわけでは実はなくて、なので、今こういった形が生き残っているというところになっております。本人の顔が見えるようにしたのですが、そもそも本人が入院されていたりすると、顔を見せたくないという方もかなり多くて、今こういうふうになっています。

次に、言語の壁というところで言うと、実際に今、先ほど申し上げましたように、ほかの国の言葉を聞き取るという形は、今、開発もしていますし、実際にも実装されています。我々の分身ロボットカフェは最近、海外の方がめちゃくちゃ来るようになっていまして、昨日の

朝もオーストリアの大臣の方が来られていたり、結構、外務省の方々がたくさん大使の方を連れてこられたり、海外の方からもかなり注目されていて、海外でこの分身ロボットカフェをやってほしいという声もかなりいただいています。

実際、ほかの国だと、やはり呼吸器をつける方というのはそんなに多くないのですよね。ではどうすればいいかということで、やはり日本というのは生かす国なのですけど、ほかの国はALSになっても呼吸器をつけないのです。どう受け入れるかということで、安楽死があったりというものなのですけれども、逆に言うと、日本の長寿性が羨ましいものになっていないということに……。そこに、では、どうすればこれが価値になるかということを考えてときに、では、どう自分らしく生きていけるかというものが付与される必要があると思っ  
ていまして、でも、それができれば、ほかの国でも呼吸器をつけてもいいかもしれないと。日本の長寿性というものを取り入れることが価値になるかと思えるかもしれないというふうには、ずっと言われていたのですが、これは今、私たちも、先月もオーストリアに行ってきましたけれども、そこは間違いのないと感じているところございまして、これから超高齢化社会として日本は見られているわけですが、それがほかの国、次がイタリアだったりしますので、どのようにモデルとしてつくっていかれるかということを目指したいと考えているところがあります。

そこについての持ち運びというところに関しましては、ここに関しては幾つかあって、割と、持ち運びができるからこそ存在感が得られるというところもあるなと思っています。持ち運ばないといけない。できる限りロボット自体を持ち運べるように、小さく、軽くしようという開発を行っている一方で、確かに物理的なものを運搬しなくてはならないというところは課題としてはあるのですが、ここに関しましては、物理的な、フィジカルなところで、例えば何かしらミラーレスカメラとかというものと同じように、自分が持っていなくても、例えば誰かが持っているものに自分が入らせてもらうというふうな考え方もできるなと考えています。

これも、1つ目の外見パターンというのをフィジカル的に確立させてしまうと、それをどのように離れたところでつくるかということが難しいというものにもつながってくるので、このデザインをしていて何者にでもなれるからこそ、誰かが持っているOriHimeに入ることによって、様々なところに参加することができるのではないかと。最近などは、ミャンマーとか様々な国の方々が、OriHimeをうちのカフェに来るとレンタルできるので、レンタルをされて、それぞれの国にいる自分の家族に入ってもらって、一

緒に秋葉原に行くとか両国に行くとか、そういうふうにも観光として使われているケースも増えてきました。

一旦このような形の回答とさせていただきます。

【石井構成員】 ありがとうございます。

【小塚座長】 ありがとうございます。

会場にいらっしゃる先生方から、それでは出原先生と塚田先生、それから、オンラインで雨宮先生と岡嶋先生から御質問があるということです。時間の関係でここまでにさせていただきますと思います。

それでは、まず出原先生からお願いします。

【出原構成員】 非常に社会的な意義のあるすばらしい取組だと思って、拝聴、拝見しておりました。

2つ質問させていただきたいと思いますが、1点、先ほどクラウドファンディングというお話がありましたが、非常に使う意義のあるものなのですが、資金的な調達で困っておられるとか、実際、例えば障害者向けの製品というのは健常者向けの製品と違って、量産というところでやはり数が違うので、資金繰りが難しいという話を聞いたこともあるのですけれども、その点で困っていらっしゃることはないかということと、あともう一つ、分身ロボットカフェも非常に興味深く拝見していたのですけれども、厨房から運ぶという、実際、食べ物を運ぶときの厨房とのやり取りのほうを重視されているのか、それとも、お客様とのコミュニケーションのほうに仕事としての意義を、重点を置いていらっしゃるのか、それについて伺いたいと思います。

【小塚座長】 先に塚田先生の御質問を承りたいと思います。

【塚田構成員】 少し毛色が違うかもしれないのですが、身動きできない方が、サイバー空間の中でアバターを通じて何か、サイバー空間の中に経済性が出てくれば、そちら側で働くということも今後出てくるのかもしれないと思うのですけれども、そういったときに、現実空間で働くのとサイバー空間で働くので何か質的な違いとか、もし何か御知見がありましたらお聞かせいただきたいと思います。

【小塚座長】 では、ここで一旦お答えいただけますでしょうか。

【吉藤氏】 はい、分かりました。

まず、資金繰りの部分に関しては、会社レベルとOriHimeというロボットレベルというところの2つがあって、会社レベルとしましては、今、我々の研究は、ありがたいこと

にNTTですとか、ロボットを作っている会社さんに第三者でお金を入らせていただいているというところであったり、またそのほか、この分身ロボットカフェとOriHime eyeという物の部分で売上げも出てはおりますので、スタートアップとしては順調に調達は可能となっているかなという状態ではございます。そうですね、総務省さんの助成金も何度か利用させていただいたことがあります。

それで、OriHimeというロボットに関しては、ここは一つ課題であるところで、これを、では学校であったり……、特に学校ですね。導入しようといったときに、なかなか学校というところで新しいもの——最近、学校も大分柔軟になってきまして、学校の先生もこれを入れたいと、これを入れることによって、ひきこもりの生徒さんに学校に来てもらいたいということ言ってくださってはいるのですが、学校側で予算を得ることが難しく、そこで今、例えば日本財団さんとかベネッセこども基金さんというところがお金を出してOriHimeを借りて、それを学校に配ると、そういうルートで提供しているという形になっているのですが、なかなかそれでは量が増えることができないということが、一つジレンマとして存在している部分でございます。そのあたりをどのようにしていくかというところが、今、私たちの課題としてなお残っているなと感じるところです。

私たちとしましては、このOriHimeというロボットを入れることによって、学校生活が彼らにとっての教育としてというので完結するのではなくて、その先の就職に、このロボットで実際に働ける場を今たくさん増やしておりますので、先ほどありましたように、モスバーガーとかNTTの受付、またいろいろな企業の受付とかというのも増えているので、そこを増やすことによって、未来につながっていくツールとしてうまく説得力を出していければと思いつながら、何か学校にOriHimeを入れるときの資金はどうやって集めればいいのかというところは、課題として残っているなというところなんです。

もう一つ、サイバー空間というふうにおっしゃられたところで、メタバースのほうがいいのではないかという意見はごもっともだと思いますが、私も昔からそういうところにおったのですけれども、ここ、実は強く最近のメタバースブームにおいて違和感を感じるころが一つあって、何かというと、体が動く方を前提として、体が動いている人たちが、つまり非メタバース世界の人たちがどうやってメタバースに行くかということばかり論じられているんですけど、我々からすると逆なのです。

私はふだん、例えばですけど先週なども、寝たきりの小学生たちとマイクラフトとかで遊んでいるわけです。ネット上で彼らは走り回っているし、ゲームをしたり一緒に遊んでい



なのですが、では君たちは、VRがあるのだからオンライン空間にいなさいと言うのかという話でして、つまり体が動く人たちがメタバース空間への選択肢を伸ばすというのと逆に、彼らはもともと、今の子供たちも含めて、メタバース空間の住民なのです。スマホを見ながら寝て、カーテンを開けるよりも先にスマホを見るという、つまりリアルはもはや行くところになっているのが、私たちというか、そういうパソコンの中にもう生きてきた人たちが、では、逆に私たちは、体が動く人たちがメタバースに行く方法がスマホであったりヘッドマウントディスプレイであったりするのであれば、その逆の選択肢をつくっておく必要があるだろうということで、メタバース空間の人格、この体では人格を表現することができない、ユーチューバー、Vチューバーとしては活躍できている人格で、それを降ろしてくる肉体がこの体だと、そのキャラクター性を出せないのですよね。その人たちが、このリアルという空間に顕現するために必要なのが、リアルのアバターであろうという考え方。こういう考え方は最近のところ、あえて今、合わせて言ったのですが、つまり入院している人たちのもう一つのフィジカルな体としてデザインしているというところが、このOriHimeの特徴であったりします。

そのこの経済的な部分に関しましては、まさにおっしゃるとおりで、これから先、メタバース空間でも何か経済的に働くところとか、接客でお金が……、なかなかまだ難しいところもたくさんありますけれども、そこが増えてくることによって選べる空間が増える、選択肢が増える。そういうことは、すごく私にとってはよいことだなと感じているところがあります。

【小塚座長】 出原先生の御質問にはコミュニケーションと、それから厨房との関係と、どちらが重要なのですかという御質問があったのですが。

【吉藤氏】 大変失礼しました。ここに関しては、OriHimeのロボット、そこに肉体労働と言いましたけれども、うちのカフェの面白いところが、うちのカフェは店員とお客さんとの距離がすごく近い形で、仲よくなったり、雑談がすごく盛り上がるのです。そういうこともあって、実は〇〇さんと会いにまた来たよというふうにお客さんが来てくれたり、つまり料理とかはもちろんそうなのですが、我々、店員と会いに行くというのは、なかなかスナックとかでない限り……、美容院とかはそうかもしれませんけどね。でも、実際にその人がいるからそこに行くというようなリレーショナルな経済、エコノミーは存在するわけで、そういったものに最近なりつつあると。つまり私たちが力を入れている部分というのは、いかに早く多くの人に、時間当たり数を配膳するかではなく、どれだけお客さんと会話を弾ませるかというところに重点を置いて、最終的なゴールとしてはその関係性、リレー

ションをどうつくっていくかというところを、今、私たちのゴールとしております。

なので、厨房の人とのやり取りというよりも、お客さんとのやり取りです。最近、スナック織姫という実験も行っていて、寝たきりのママが人生相談に乗ってくれるという、視線入力で、何か人生いろいろあるわよと言ってくれるのですが、そういう感じの実験も最近行っているわけです。

【出原構成員】      ありがとうございます。

【小塚座長】      ありがとうございました。

事務局は次にセットアップの切替えがあるのですよね。では、少しその都合がありますので、雨宮先生、岡嶋先生、私のほうでテイクノートしましたので、最後の全体を通じての意見交換のほうで御意見をいただけますでしょうか。よろしく願いいたします。

ということで、一旦ここで一区切りさせていただきまして、オリィ研究所のお話はここまでにさせていただきたいと思います。どうもありがとうございました。

セッティングを変更いたします。オンラインの皆様、しばらくお待ちください。二、三分、画像が止まります。

## (2) 一般財団法人首都高速道路技術センター御発表

【小塚座長】      これで音声はつながりましたでしょうか。

それでは、再開させていただきたいと思います。

第2の議事です。資料4-1を使いまして、一般財団法人首都高速道路技術センター副理事長、デジタル・イノベーション研究所長の土橋浩様にお話を伺います。「スマートインフラマネジメントシステム(i-DREAMs)実装の取り組みについて」ということです。どうぞよろしくお願いいたします。

【土橋氏】      それでは、首都高速道路技術センターの土橋から御説明をさせていただきます。今、御紹介ありましたように、スマートインフラマネジメントシステム、首都高速で、もう7年前から実装しているシステムにつきまして、御紹介、並びにその将来展開についても御説明させていただきたいと思います。

私は、首都高に勤めまして35年間、首都高時代は高速道路の設計・建設、維持管理を担当してきましたけれども、その後、現在の技術センターに移りまして、どちらかといいますと、維持管理のシステムを中心に、仕事をさせていただいています。

本日、御説明いたします内容でございます。こちらにありますような内容で、詳細につきましては、各項目ごとに御説明をさせていただきたいと思っております。

まず1番目のところですが、社会環境・構造の変化ということで、これは皆様、もう既に御案内のとおりでございます。インフラが高齢化して、今後、損傷が進行する懸念があるということでございます。また、生産年齢人口の減少に伴って、担い手不足というのが課題になってございます。それに加えて、近年、異常気象による災害の激甚化、あるいは、首都直下地震への対応等々の課題もございます。さらに加えて、カーボンニュートラル、SDGsの実現、あるいは今日御紹介しますデジタル化、DXの推進という課題がございます。

こうした課題に対しまして、効率的なインフラのマネジメント、防災・安全を実現するためにはどうあるべきかということで、もちろん技術開発は進めるわけですが、それに加えて、デジタル化による情報の共有・活用を図って生産性の向上を実現する必要があります。これによりまして、結果的には効率的な点検、あるいは精度の高い診断ができる。また、デジタル技術の活用、あるいはデータプラットフォームによる情報の一元管理によって、適時・適切なインフラの維持管理、あるいは防災対策が可能になるといったことかと思っております。

こういったことを目的に、まずはシステムの御紹介をさせていただきます。通常、インフラの維持管理をする場合に、ここにありますようないろいろな台帳があって、構造諸元のデータベース、あるいは点検・補修のデータベース、図面のデータベースなど、様々なデータベースがありまして、これらを、各構造物に設置されます管理番号で管理していたわけですが、管理情報を個別に確認することは非常に煩雑で、時間を要していたとか、あと場所がなかなか確認できないということもありました。これをGIS、地図情報をベースとするプラットフォームにつくり変えようというのが、今回のコンセプトでございます。

具体的にはこのようなものでございまして、まず2次元のこういった地図のGIS、加えて3次元の点群データ、首都高のような線状構造物ですと、MMSを活用しまして点群データを取得して、現在327キロ全て、こういった3次元のバーチャル空間で首都高速が出来上がっているという状況でございます。こういったGISプラットフォームに、通常の維持管理で使っていますような台帳、あるいは通常の巡回点検の動的なデータ、こういったものをひもづけする。あるいは、災害時におきましては、ハザードデータとか実際の災害時の点検データ、こういったものをひもづけることによって、平常時と緊急時における対応が可能な、デュアルユースプラットフォームとして機能するといったものでございます。

具体的にこのプラットフォームの内容を御紹介いたします。このように地図から、例えば3号渋谷線のある見たいところのスパンをクリックしますと、そこにひもづけられているデータが全て見られるようになっていくというものでございます。例えばこの点検データですと点検台帳の履歴が見られて、このように損傷写真、それから、その部分の建設時の竣工図面が見たいということであれば、その箇所のこういった図面も確認することができるということで、径間を指定するだけで、点検・補修履歴から図面まで確認ができるということで、非常に効率が上がっています。

それから、もう一つ、3次元点群データ、先ほど少し御紹介しましたが、首都高全線で点群データを取得し終わっておりまして、これによって、このように地図上から自分が確認したい場所をクリックするだけで、現場の状況を確認することができます。もちろん動画もございますので、動画で確認することもできますが、点群データでこのように地図を拡大していきまして、この丸がついているところをクリックしますと、その部分に登録されています点群データが現れてきます。

この点群データでございますが、アイコンをクリックしまして、このように自分の見たいところを探すことができます。ここに、全線登録されています点群データが確認できるわけですが、点群データはx、y、zの座標を持っていますので、その緯度・経度の座標から各場所を確認することができるということです。

それから、点群データで現場確認をするだけではなくて、緯度・経度の座標を持っていますので、その緯度・経度の座標から様々な計測、例えば幅員を測るだとか、高さを計測するだとか、この空間上で、現場でクレーンがそこに入るかどうかとか、そういったことも確認できます。これは、一応自動走行で今、確認しておりますけれども、このように、実際に高速道路上を走っているような状況、それから、これはx、y、zの座標を持っていますので、いかなる角度からも、すなわち上空から見ることでもできますし、もっと言うなら桁の下からも眺めることができるということで、いずれの角度からもこれは確認することができます。さらには、先ほど申し上げましたように、座標、緯度・経度がございますので、このように2点をクリックするだけで、その幅員も事務所で居ながらにして計測することが可能であります。すなわち高速道路の規制を伴うことなく現場計測が可能になるということで、非常に合理的に調査ができるというものでございます。

こうすることによりまして、まだ現段階では資料収集から現場確認ということですが、リードタイムにおきまして90%短縮、あるいは生産性におきましては、大体5人

日ぐらいの作業が0.2人日ぐらいで、生産性は20倍に向上していると考えられます。今後、これを設計段階、あるいは工事の段階に生かして、生産性の向上を図りたいと考えているところでございます。

直接効果としてはこうですが、この2番目にありますように、先ほど申し上げました、実際には現場で交通規制が不要になりますので、これによる間接的な効果といいますか、これも、非常にお客様への御迷惑が少なくなるということで、重要なファクターかと思えます。

それから、続きまして、先ほどの3次元の空間の中で、例えばこれは点検車両が実際に現場に入るかどうか、あるいは周りに支障がないかということを確認するシミュレーションも、このような形で行うことができます。これは点検車の事例ですけれども、これ以外にも施工車両とか建設機械等の確認も、この空間上でシミュレーションすることが可能となります。

こうすることによりまして、冒頭申し上げましたように、今後、膨大な維持管理が必要なこと、あるいは人が不足することによるコスト増といったことに対して、従来そのままいきますと、維持管理の費用がどんどん膨らんでいく可能性があります。これに対しまして、このようなプラットフォームを構築し、仮想空間とかバーチャル空間でいろいろなシミュレーションを行ったり、確認したりすることによりまして、生産性を向上させ、今と同等か少し上ぐらいのレベルで、今あるインフラの管理が適切に行われるというところをターゲットにしているところでございます。

それから、冒頭申しましたように、このプラットフォームは、平時の管理だけではなくて、災害時の管理にも使えるということで、防災情報システムへの展開が可能です。基本的なプラットフォームはこちらにあります、この同じGISのプラットフォームなのですが、登録されているデータに、災害時におけるハザードデータ、あるいは災害時における実際のリアルタイムの点検データ等をこれにオンすることによって、確認することができるというものでございます。

基本情報としましては、例えばこの地図上に、地震が起こった後、気象庁のデータを載せることによって、各震度階がどう分布しているか。この震度階と、首都高速の、例えば緊急車両用にどのルートから道路を開けるかということで、その優先度によってどの部分から順番に点検していくかとかといった、その路線の優先順位を重ね合わせることができます。さらには、この図面はこの部分に段差が出るということではありませんけれども、構造形式から、段差とか目開きが出やすい箇所を事前にハザード情報として登録する。こうすること

によって、集中的にというか緊急的に、どこから優先的に点検するかということも、これで判断が可能になるといったものです。

具体的には、これはリアルタイム情報で、地震の発生後にこのように高速上を点検しますが、積んでいる車載器のGPSから、今どのくらい点検が終わっているか、それを図面上でも見ることができますし、このようにグラフ化して、どのくらい点検が進捗しているということも確認することができるようになります。

高速上に加えまして、高架下におきましても点検員が点検しますが、何か異常事象が発生した場合、その場でこういったタブレット操作をして入力を行います。入力を行うことによりまして、その情報がそのまま送られてきて、先ほどのプラットフォームの地図上に異常箇所が表示されます。異常箇所をクリックしますと、どんな異常かということも確認できるわけで、これが現場と対策本部、出先の本部で、全て同時に情報を共有することが可能となり、非常に合理的なシステムでございます。

それからまた、これはチャット機能に近いのですが、このプラットフォーム上でどのようなやり取りがなされているか。本部からの指示事項、周知事項、あるいは現場からの報告事項等を同時にこの画面上で確認することができますので、これまで電話等でやり取りする、あるいはファクス等でやり取りしていた内容が、全てここで一堂に会して共有することができるということでございます。ここにいろいろな報告が掲示され、首都高の西局でこういった対策本部を設置しましたとか、本部からこういう指示がありましたということ、全社で共有できるようなシステムになっているというものでございます。

こうしたシステムを既に実装して、オペレーションに活用しているわけですが、こういったシステムをさらにもう一歩進めて、データ駆動型のインフラマネジメントに向けて、こういった先端技術を今後開発すべきであろうか、また融合すべきであろうかということについて、少し私の個人的な意見も含めて御紹介させていただきます。

まずデータ駆動型マネジメントをするためには、まず現場からのデータ、インフォメーションを収集し、現場のファクトの見える化、可視化をすること。それで、先ほど申しましたように、劣化・損傷の見える化とともに課題の見える化、リスクの見える化をすること。こういったことを行いながら情報をつなげて、インフォメーションからインテリジェンスに変え、データをつなげるだけではなく、人同士をつなげる、あるいは技術をつなげてイノベーションを図っていくというのが、最終的な目標になるかと思えます。

そのために、最近、私が考えていますのは、キーワードとして3つございます。大きくは

リモート、すなわち遠隔で監視する、遠隔で診断する、遠隔で制御する。先ほどのロボット技術も同様で、この中に入るとは思いますけど、遠隔制御技術という部分です。それから、もう一つは、非接触・非破壊です。今、様々なセンサーが開発され、非常に安価で精度の高いものが出ています。こういったセンサーを活用する。あるいは、画像、レーザー、レーダーといった技術、それから人工衛星、合成開口レーダーとか、ドローン等を活用したこういった非接触技術です。それから、もう一つはオンライン、かつリアルタイムで通信ができる時代、まさに5G、あるいはBeyond 5G、あるいはIoT、クラウドを活用することによりまして、この可能性が出てきたことです。

今、こうした技術の環境が整ってきているということで、こういった技術を活用しながら、今後、インフラマネジメントの高度化を図っていかうということで、先ほどのプラットフォームのさらなる高度化が必要だということです。下に挙げていますような技術、解析技術、あるいはAI、もしくはIoTデバイス、センサー、IoTネットワークの通信、それから自動制御、ロボティクスということ、それから、後ほど御紹介しますが、XR、メタバースを活用したインフラの管理というものも、今後、展開できるのではないかと考えているところです。

その事例として、一つ、二つ御紹介いたします。

こちらは、これはまだ初歩的なものなのですが、現場と遠隔地で障害の共有、あるいは作業の指示をするものです。例えば現場で機器障害が発生した場合、現場の方からこのようにスマホで情報を送ってもらいながら、本部の遠隔地にいる技術者から、この機械のどの部分のどのボタンをスイッチオフにするようにという指示を出します。今、これはスマホでやって、その青い部分で囲まれたところのこの赤のスイッチ、これをオフにしてくださいという指示が、例えば本部のほうから出ます。そうすると、現場にいる作業員の方は、そのスイッチをここでまずオフにすることができます。今、これをスマホ上でやっていますけれども、将来的には、例えばこちらの写真にありますように、いわゆるスマートグラスをかけたまま、スマートグラス上でこういった作業の指示ができるような形にしていきたいと考えています。

それから、もう一つの事例で、こちらは今、教育訓練用に作っています。例えば首都高速のような鋼構造物、鋼橋で、特に疲労によってクラックが発生します。そういったところの点検員の訓練をするためのシミュレーターということで、今作っております、例えばパソコン版とヘッドマウントディスプレイ版、ここではパソコン版を御紹介させていただきます。

す。このようにパソコン上に点検すべき桁、構造物が出てきまして、その点検するポイントをクリックしますと、このように過去の損傷写真が出て、この損傷に対して、この損傷がどのレベルの損傷かということ、この中で自分で、自己で研修できるような形になっています。なぜこういった損傷が起こるかということも、きちんとその原因も説明するような形で、自身でこういった訓練ができるといったものでございます。こういうものを活用しながら、新たに現場に入った点検員の方、あるいは新入社員の方に、こういうシミュレーターを使って勉強していただくということで、最後に結果を一覧で見ることにも可能になりますし、これを繰り返し練習しながら訓練していくというものでございます。

これはパソコン版で、なかなかこれだとイメージが湧かないなということで、一応ヘッドマウントのほうも、基本的には一緒ですけれども、こういったヘッドマウントディスプレイをつけながら、実際、桁の中を歩いていくようなイメージ。それから、歩いていったときに、どの部分にこういった損傷が出ていますよ、出ている可能性がありますよということで、その部分をこれでクリックしますと——少しまだ操作性があまりよくなくて、なかなかその赤いところに行きませんが、この赤いところをクリックしますと、その損傷が現れて、この損傷がどういうレベルのものかということを具体的に検証することができます。こうして、人材育成にも活用できるというものでございます。

それから、これをさらに発展させまして、例えばスマートグラスをつけて、現場へ行って、実際の現場の中でこの部材はこういう部材ですよと、そういう教育ツールとしても使えるということで、ARを使ったそういうツール、あるいはMRを使って、部屋にこの3次元の橋梁を再現して、複数人で内部の検討をしていくというものもあります。本日、この研究会用に簡単なデモ的に作ってみましたが、これは毎年11月にビッグサイトで、ハイウェイテクノフェアといって各高速道路会社とかいろいろな方々が展示するのですが、その中の1つに首都高のブースがございまして、このようにパネルと、それから、今、御紹介したようなPCを置いて、実際その場でデモを御覧になっていただくということをやっています。それをメタバース上に置いたらどうなるかなということで、本日、デモ的にお作りしてまいりました。

それだけでは面白くないので、そのシミュレーターのデモに加えて、いろいろな構造物がありますから、構造物の体験コーナーをつくって、例えばこの後行きますが、このアバターが鋼床版のUリブモデルというところに入りますと、その構造物が目の前に現れて、実際にこの鋼床版のUリブモデルの桁の中に入り、こういった構造になっているのかなというこ



とも確認できるような、こういったシミュレーターもできないかということで、デモ版で作ったものですので、出来上がっているわけではございません。見た目もまだあまり美しくありませんが、こういったものも今、チャレンジしているということでございます。

またこの空間から研修所のほうに戻りますと、展示会場に行って、次に研修室に入ります。研修室に入るとこのようにスペースがありまして、ここに座って、ここでも1人ではなくて、複数人が同時に研修を受けることも可能です。この中から先ほどのシミュレーターのメニューを選択しまして、自分一人で先ほどのシミュレーターで研修も可能ですし、また、例えば研修の先生が入ってきて、先生がここで御指導するというのも可能ですし、それからあと、複数人が同時に同じ研修を受けるということもできます。

今、入ってきましたけれども、例えば講師の先生が入ってきて、この先生に御指導いただく。あるいはここに椅子がありますが、複数の人間が同時にこの研修を受けるといったことも可能になります。将来的には研修のみならず、先ほど申し上げましたように、実際の現場の点検をするときにスマートグラスをかけて行って、そのスマートグラスを見ながら、過去の点検履歴を見ながら、実際、現物を確認し、ARを使いながら点検するということが、非常に効率的になるのではないかなと考えているところでございます。

シミュレーターについては以上です。

こうするためには、最終的にはデータ駆動型のインフラマネジメントに向け、システムの連携、あるいはデータの連携というのが重要になってきます。そうしたときに、先ほど御紹介しましたように、いわゆるフィジカル空間でIoTデバイス、先ほどの様々な台帳、これらをプラットフォームに上げることもできますし、センサーからの情報、あるいは巡回パトロールからの様々な映像情報といったものを、目的に応じた通信ネットワークを活用しながら、GISのプラットフォーム上に上げること。GISのプラットフォーム上で、AI、あるいはBIツールを使いながら分析・解析をし、診断の効率化をしていこう。加えて、先ほど研修のみならず、XRを使って、研修はもとより実際の現場の点検も効率化していこうと。さらには、システムの連携ということで、ある1社のシステムのみならず、他機関のシステムやデータといったものとの連携も必要になってきますので、現在、国土交通省が進められています国土交通データプラットフォーム、あるいはPLATEAU、こういったプラットフォームと共有できるようなプラットフォームとして、今つくらせていただいているというところでございます。

これによって、結果的にはデジタルツインが実現しまして、先ほど申しましたように、調

査・設計段階から維持管理の段階までのデータを収集し、それを全てこのサイバー空間に格納しておきまして、このサイバー空間上でA I、あるいは解析モデルを使いまして解析した結果、シミュレーションした結果をまたフィジカル空間にフィードバックして、現実的な維持管理を効率化するというのが、まさにデジタルツインでございます。こういったデータ連携基盤を今後目指して進めていきたいと考えています。

最後になりますけれども、まとめさせていただきますと、まずインフラの高齢化、維持管理を担う技術者の減少という社会課題を解決して確実に効率的なマネジメントを行うには、やはりこういったデジタル技術が必要不可欠であるということは論を待ちません。それから、こういった技術を活用して、フィジカルとサイバーの空間を高度に融合させるデジタルツインの実現には、G I Sをプラットフォームとするデータ連携基盤を構築することが、重要な要素ではないかと考えております。この3次元データプラットフォームに加えまして、ウェアラブルデバイスやX Rなどメタ空間を活用した遠隔監視・支援。現場確認、遠隔点検、あるいは遠隔機器の障害復旧等の支援の実現によって、インフラの維持管理や防災対策などがさらに効率化、高度化されるものと考えております。これにより、デジタルツインとメタバース空間が融合した、時空間を超えたメタなインフラマネジメントという世界が新たに拓かれるのではないかと考えています。

なお、これには先ほど御説明しましたI o Tデバイス、あるいはマシンラーニング、ディープラーニング、あるいは通信ネットワーク、それから自動制御、ロボティクス、X R、メタバース等の高度な技術、特に分野を横断する、すなわちこれまでのシビルだけの分野ではなくて、分野横断的な技術の融合、統合というのが必要になってくるのではないかと思います。こうすることによって、道路インフラをメタ情報データ連携基盤として、他のインフラや他分野と連携することによって、S o c i e t y 5 . 0の実現に貢献できるものと考えているところでございます。

以上で、私からの説明を終わらせていただきます。ありがとうございました。

**【小塚座長】**      ありがとうございました。

それでは、また10分少々、質疑をさせていただきたいと思います。先ほどと同じような要領でお願いしたいと思いますが、少しデータの共有にも関連して、本日御欠席の栄藤先生から御質問が事務局に来ているのですね。事務局のほうから御披露いただけますか。

**【扇企画官】**      事務局でございます。栄藤先生より1問、質問が来ておりますので、御紹介をさせていただきます。読み上げさせていただきますと、首都高のデータプラットフォーム

ム(i-DREAMs)上で用いられる点群データを管理対象とひもづけるデータのフォーマットについては、協調領域として他社と共通のフォーマットを用いることが望ましいのではないかと考えられるが、そうした動きはありますか、そういった御質問いただいております。

【土橋氏】 ありがとうございます。当初、開発したときには、やはりそれに関連するソフトウェアとの関連もありますので、データについてはソフトが動くものということであったのですが、やはり今おっしゃるように、他社と共有できるというか、協調領域として整備するためには、やはり一般的なフォーマットとしまして、いわゆる点群データをLASデータに置き換えて、LASデータとして保管して、それを協調領域として共通のフォーマットと考えています。データのオープン化につきましてはまた別の議論がございますけれども、少なくとも他社が自由に使えるような形のデータ形式、LASデータに現在、変換して、保有しているということでございます。

【小塚座長】 ありがとうございます。

それでは、会場にいらっしゃる皆様方……。

それでは、是津先生、お願いします。

【是津構成員】 非常に興味深い御講演、ありがとうございます。

2つ質問させていただきたいです。今の御質問にも関係するのですが、GISをベースに、首都高速道路のほうで取られたデータを集約したということですが、非常に複雑なものになるのではないかと予想されます。実際にどういう仕組みを使ってこれだけのたくさんさんのデータを連携させたのかについて、教えていただけますでしょうか。

もう1点は、先ほどのデータの標準化にも関係するのですが、首都高速の中で取られたデータ以外、例えば外部のデータを連携させるようなことはお考えになられているのでしょうか。

【土橋氏】 ありがとうございます。

まず1点目でございますけれども、GISにつきましては、オープンソースコードのQGISを使わせていただいて、ほかにもArcGISがありますけれども、基本的には協調領域として、誰でもフリーにダウンロードして、それが活用できるようにということで、QGISを使って、QGISにデータをひもづけています。ただし、現時点におきましては、かなりの膨大なデータがありますが、先ほど、プレゼンの中で御紹介したとおり、高速道路のまずは平面の地図がありまして、その地図の各スパンごとにデータを紐づけています。本来

であれば、x、y、緯度・経度の座標で全てデータがひもづいていると、非常に分かりやすいのですが、まだそこまでは至っていません。といいますのは、そもそものデータのIDが、そこまであるものとならないものとありますので、まずはひもづけが可能な方法で行っています。我々は実際、維持管理のベースで、どのように維持管理をする人間が必要かといいますと、やはりあるスパンを、首都高の場合ですけれど径間を指定しまして、その径間にどういった損傷があるか、どういう補修履歴があるかということが重要になりますから、スパンごとに管理するということが、完全に緯度・経度でひもづいているわけではなく、スパンごとにデータにIDを振ってひもづけているというのが実態でございます。

それから、データの標準化につきましては、先ほど少しお話しさせていただきましたが、今現在、国土交通省におきましても国土交通データプラットフォーム、これもGISでやっていますし、なおかつPLATEAUの都市モデルもあります。こういったものと同じようにGIS空間で連携できるように、場合によってはデータの変換をしながら、それぞれの空間を行ったり来たりということになるかと思えます。この図にもありますように、他機関とのシステム、あるいはデータ、すなわち国土交通省に限らず、例えば高速道路会社も他の高速道路会社がありますので、そういった他機関、道路はつながっておりますので、首都高だけのエリアではなくて、NEXCOさんのエリアも含めて共有できるようなプラットフォーム、そこに必要なWebAPIなり、あるいはもっとドライバー的な存在の、現在、IoT Hubを使ったことも少し勉強させていただいてまして、こういったものでつながっていければと考えています。完全に標準化というと全体を統合するような形になりますので、やはりそれぞれの個別のデータとか形式もありますので、そこをいかにつなげるかということが今後の課題になってくるかなと考えているところでございます。

【是津構成員】      ありがとうございます。

【小塚座長】      ありがとうございました。

オンラインの方もどうぞチャットから、質問がありますと書き込んでいただけましたらと思います。そのほかいかがでしょうか。

では、塚田先生、お願いします。

【塚田構成員】      点群地図に関する質問ですけれども、点群地図というのは、1回取ったらもうベースができるようなものなのか、どの程度の頻度で更新されているのかというのを1つ、お聞かせいただければと思います。

2つ目ですけれども、IoTセンサーに関して、警戒すべき疲労損傷が分かっているとい

うような説明があったと思うのですが、であれば、I o Tセンサーを導入する、例えば振動とかがあると思うのですが、何かもう入れているセンサーというのはあるのでしょうか。

2点、お願いします。

【土橋氏】 ありがとうございます。

最初の御質問は、点群の地図ということでございますか。

【塚田構成員】 はい。

【土橋氏】 点群データ、先ほど327キロ全て1回取り終わっていると御紹介をさせていただきました。私は、もともと点群データを用いて、コンクリートの剥落とか落下、変状を防ぎたいという趣旨から、5年に1回の点検の中で、できれば毎年取りたいと、それで変状を検出したいと考えておりました。しかし、やはりコスト的なものもございまして、毎年点群データを取るということになると、それに伴う費用というのがばかにならないなということがありましたので、最低5年に一度の定期点検と、その中間年くらいには取りたいなと思っています。しかも、何が大事かといいますと、やはりできるだけデータを更新することが大事ですので、例えば毎日行っています維持管理工事、補修工事とか舗装の打替えとかがありますので、そういったものが終わった段階で、従来は竣工図書として納めているわけですが、その竣工図書に代わるものとして、点群データをスキャンしていただいて、それを納品していただく。そうすることによって、変更されたところのデータ更新が都度できますので、そういった方法が今後考えられていくのではないかなということで、取りあえず1回取りましたけど、またそのデータ更新については都度更新という形で、今、考えさせていただいております。

それから、2点目のI o Tセンサーのお話も、現在、加速度計とか傾斜計とか、そういったものが、振動計も含めてですけれども、本当はかなり安価で精度のいいMEMSセンサーが出ています。こういったものを活用して何とかできないかということで、今現在、特に加速度センサーから傾斜とか変位を取るということで、加速度センサーをつけて、今、試行しています。それで、昔ながらといいますか、従来のサーボ型のいわゆる地震計というのは、幾つか大規模橋梁にはついているのですけれども、やはりこれもコスト的にもかなり、メンテナンスも含めてかかりますので、もう本当に数万円レベルのセンサーを活用しながら、もっと言うなら全線にある程度設置し、そこから実際データを収集するというのを考えています。現在、実際には一部の路線で試行的にセンサーをつけて、基本的には加速度ですが、

まず加速度を収集して、それから、傾斜とか変位を求めていこうということで、試行しています。

それで、センサーそのものの開発、加えては、センサーとサイバー空間をつなぐ通信ネットワーク、ここについても、今、LPWAを使った通信ネットワークで、どのくらいのデータ、頻度で送信すれば大丈夫かということを確認している状況でございます。

【小塚座長】 ありがとうございます。

そのほか、いかがですか。

では、仲上さん、お願いします。

【仲上構成員】 大変参考になるお話をありがとうございました。まさにデジタルツインですとかデータドリブンのお仕事のされ方ということ、まさに我々がいつも使っているインフラの中で行われているというのは、すごく印象的でした。

その中で、メタバース的なお話につなげさせていただくと、トレーニングというか、シミュレーションを使って教育をされているというお話をいただいていたかと思います。ここについて、質問としては、過去と比較して、座学ですとか教材を使った学習と、シミュレーターを使った効果というところの比較をお伺いしたいのですが、VRですとかメタバースを使った教育の中で効果が得られるなど思っているのは、やはり製造業の中で言われているいわゆるKKDと呼ばれる部分、経験と勘と度胸ですね。このあたりは、やはりメタバースの中であれば安全にいろいろな体験ができるということもありますし、実際、座って写真を見ているだけではなく、実際の大きさですとか感覚といったものがつかめるという観点では、製造業の中でなかなかKKDというのはどうなのというのを最近、言われてはおりますけれども、逆に考えると、データドリブンな中でお仕事をする中では、ここは逆に人間のインサイトとして扱われるものかなと思います。

そういった意味で、シミュレーターによる学習、VRによる学習というものが、そういった観点でエンジニアの方、検査される方にどういった影響を与えているのかというところを、お聞かせいただくとありがたいなと思います。

【土橋氏】 ありがとうございます。実際に定量的にどのくらい効率が上がったかというところまでは、まだ検証できておりませんが、先ほどの例えば点検のシミュレーターについて申し上げますと、首都高の場合、点検するためには点検員の資格というものが必要になります。まず点検員の資格を最初にとって、3年間有効なのですが、その中間年で中間審査という形で、技術もどんどん日進月歩で進化していきますから、中間年で審査する。そ

のときに、実際、今までは現場に行っていたのですけれども、ついこの間も行いましたが、現場に行かずに、もう座学というか、部屋にいて、現場に行く中間審査ができるような形で今やらせていただいています。例えば大勢を集めてやらなくても、そういった各部屋に分かれる、あるいはリモートでやるとか、そういったことも可能になっていますので、そういう意味では非常に、何十人も集まって現場に行って何かやるというよりも、部屋でできるという効率化は進んでいるかなと思います。

ただ、このシミュレーターだけではなくて、先ほど申し上げましたとおり、実際に現場の点検とか、そういったものに生かせないかということで今考えていますので、やはりそこはもう一步進めて、今後、取り組んでいきたいなと思っています。

KKD、従来はそのように言われていますけれども、そのKKDを、AIを活用しながら、なおかつこういったXR技術も活用しながら、できる限り現場に近いところで、こういったメタバースを活用したリアルに近いことができるように、取り組んでいけたらと考えているところでございます。

**【小塚座長】** ありがとうございます。

オンラインからお一人、木村先生から御質問があるということです。

木村先生、よろしく申し上げます。

**【木村構成員】** よろしく申し上げます。大変興味深いお話、ありがとうございました。

先ほど、首都高速以外の高速道路の管理会社というか、技術のところとも連携を取っていると思うというお話があったと思うのですけれども、あとは東京都のデジタルツインであつたりPLATEAUもそうなのですけれども、多分ほかの業界とも……。みんながそれぞれにこういうデジタルデータを取り始めると、恐らく似たようなところをみんなが繰り返し取るようなことになって、データを取るというプロセスが冗長になって、重ね重ね皆さん、同じところを取っているということにもなるのかなと思ったのですけれども、そういった、現段階で、ほかの業種の方との連携であつたり、何かそういう、もちろん東京都との連携もあるかもしれないのですけれども、そういう連携調査によって省エネルギーみたいなことというのは、何かもう始まっていたり検討されていたりされますでしょうか。

**【土橋氏】** ありがとうございます。まさにおっしゃるとおりでございまして、各組織がそれぞれこのプラットフォームをつくるのが必ずしもよいことではなくて、それぞれのプラットフォームがうまく重なって、データが深化するということが非常に重要であります。そのためには協調領域をどんどん積み重ねていくことが大事かなと思っています、先

ほどのデジタルツインの中にもありましたように、やはりレイヤー化して管理する。基本はGISのプラットフォームで、なおかつ各組織が持っているデータをレイヤー構造化して、そのレイヤー構造をシェアできるような形でいけば、同じデータを取る必要もなくなりまし、それぞれのデータがシェアできる。

あとは、そのデータをどうお互い共有できるようなスキームとといいますか、システムをつくるかと。それは先ほど申しましたように、データのオープン化ということとも関連してくるかと思えますけれども、できるだけ協調領域の中でデータがオープン化されて、必要な人に必要なタイミングで、どこからでもアクセスできるというような、そういったレイヤーをつくっていくことが今後の課題かなと思います。

今、実際には先ほど申しましたように、PLATEAUとか国土交通データプラットフォーム、これらとこのプラットフォームが連携できるような形で作り込んでいますので、将来的には、まずは国土交通省のプラットフォームがございしますが、今おっしゃられたように東京都のプラットフォーム、これもPLATEAUを使われていますので、PLATEAUとも連携する。あるいは、さらに言うなら、自治体さんとの連携、それから企業さんとか、あるいは土木ではない分野の、例えば医療とか農業とか、そういった分野とのプラットフォームの連携、これはもう私の夢ではありますが、そういったことが可能であれば、そういったベースとなる例えば道路情報を医療の方に伝え、もちろん災害時には緊急車両にそういった情報を共有できるようにしたいと思っています。また、災害時に限らず平時においてもそういった共通の協調プラットフォームがあれば、そういった方々にも情報がシェアできるのかなと考えているところで、これから、今まさに動き出したところということでございます。

【木村構成員】      ありがとうございました。

【小塚座長】      ありがとうございました。

いろいろ御質問も御発言も尽きないところかもしれませんが、ひとまずこのあたりにさせていただきたいとます。どうもありがとうございました。

【土橋氏】      ありがとうございました。

【小塚座長】      これで、もう一度セッティング変更があるのですか。それでは、またセッティング変更しますので、少し音声が入切れます。しばらくお待ちください。

### (3) コマツ（株式会社小松製作所）御発表



【小塚座長】 音声はまた入りましたでしょうか。

それでは、議事を再開させていただきます。

続きまして、議事3です。資料4-2をお使いいただきまして、コマツ スマートコンストラクション推進本部企画部主幹、村上数哉様の御講演でございます。「Smart Constructionご紹介」ということで承っております。

どうぞよろしく願いいたします。

【村上氏】 コマツの村上でございます。音声は聞こえていますでしょうか。

【小塚座長】 総務省会議室のほうは聞こえております。

【村上氏】 では、よろしく願いいたします。

これから、私たちコマツが提供する建設業向けのソリューションサービス、いわゆるデジタルトランスフォーメーションのSmart Constructionについて御紹介をさせていただきます。

先ほども道路工事、高速道路のお話ございましたけれども、土木工事に関するICT化というのは、あまり進んでいないというイメージがあるかと思えますけれども、実は土木工事のICT化というのは喫緊でやらなくてはいけない、そういう問題があります。それは、建設業が今直面している深刻な人材不足、労働人口の不足があります。

こちらのグラフは就業者、建設業については、この55歳以上の就業者というのが全産業に比べて非常に多い割合と、逆に若年層、29歳以下の若手の人員というものが全産業に比べて低いということで、非常に高齢化が進んでいます。この傾向が進んだ場合、10年後には約44万人、建設業に従事する人間が減少すると試算をされています。このような現状を打破するためには、工事現場の生産性を向上することが喫緊の課題でありまして、建設業のデジタルトランスフォーメーションの推進が非常に有効な解決策となります。

それでは、私たちの提供するSmart Constructionの御紹介をさせていただきます。

先ほど申し上げたような建設業の現状から、コマツは2013年に、世界で初めてとなります全自動のマシンコントロールブルドーザー、それから翌2014年に、こちらも世界初となりますけれども、マシンコントロールの油圧ショベルというものも市場に導入しております。このICT建機というものを簡単に御説明いたしますと、このようにいわゆるCADデータと言われる3次元の設計図面を建機にインプットします。3次元のこの設計図面

よりも下に、このバケットと言われる、いわゆる刃先が掘り込まないように、マシン自体が制御される。幾らレバーを倒しても、この設計面より下には掘り込まないということで、ピギナーの方でも簡単に施工することが可能となっている機械であります。

このICT建機は、こういうGNSSアンテナというものを装着することで、人工衛星から位置情報を受信しています。建設機械自身が、自分の車の位置だったり作業機の位置というものを検出することが可能になっています。また、自動車のカーナビなどとは違っておりまして、こういった電子基準点、これは国土地理院が設置しているものですが、電子基準点、それから現場に設置するローカルの基地局からGNSSの補正情報というものを取得して、施工に求められる、いわゆるセンチメートル単位の高い精度の位置計測で、この作業機を制御しております。

工事現場は、衛星から出される位置情報というものは、緯度・経度、それから高さ、3つの情報がありますけれども、高さに関しては、地球が丸いということがあって、いわゆる楕円体高という座標要素があるのですけれども、楕円体高の高さを持っています。一方、工事基準で使う、工事現場で使うものは平面直角座標というもので、高さの考え方が少し違っておりまして、これを補正する必要があります。このRTK方式というものでGNSSの誤差を補正するということが、建設現場では一般的に行われております。

このようなICT建機というものを実際の現場に導入しましたが、実は現場では思ったほど生産性が上がらないというような結果になりました。こちらに表示してあるのは、ある自動車専用道路の工事現場の一例になります。土を別なところから運んできて現場で盛るといような作業になるのですけれども、土を取る場所、いわゆる土取り場というところから、土砂をこの油圧ショベルでダンプトラックに積んで、現場に持っていくと。現場に搬入して、ここで土をブルドーザーを使って盛ると。この盛るとい作業のところに先ほどのICT建機、ICTブルドーザーを導入します。施工土量というもので工事の進捗を管理するのですけれども、1日当たりの施工土量が、従来のブルドーザーよりも300立米、向上しましたので、誰もが生産性が向上すると見込んでおりましたが、結果的にこの現場の生産性は上がりませんでした。

それはなぜかという、ブルドーザーは土を押し出すことをする建機ですが、この部分は非常に施工能力が高いのですが、土砂が現場に入っていないと、結局、現場でこのブルドーザーは待ち時間が発生する。現場での待機時間が増えるということになってしまいます。ですので、その前の工程の土砂の積み込み、それから土砂の運搬というところの能力を変え

ずに、ここだけを効率化したということで、ほかの工程でボトルネックが発生しまして、結果的に工事の生産性には変化がないということになりました。

それから、従来のやり方ですと、測量という工程においても、施工する土量というものが正確に分からずに、施工計画が、正確なものが作成できないといったような問題もありました。こちらを、従来の人手による測量からドローンによる測量に変えまして、比較をした。従来の測量では、数千点を1週間で計測するということになりますけれども、ドローンは数百万点を15分で計測することが可能です。従来の測量では、一つ一つ離れた点と点をつないで地形の把握をしていたのですが、ドローン測量におきましては、精密な点の集まりとなりますので、正確な地形の把握が可能になります。この現場での土量差というものがこの差になるのですが、3,500立米、10トンダンプで600台分の差が出ました。当然、ドローンの計測のほうが正確でありますので、これだけの計画段階での誤差が出るということになります。ですので、より正確な施工計画を立てるには、精度の高い現況を把握する必要性があるということが出てきたという、この現場での気づきになります。

これは、いわゆる工事の最初から最後まで、我々のお客様である施工業者がどういうプロセスを踏んでいくか、いわゆる建設生産プロセスというものを表しています。この一連の流れの中で、ICT建機が稼働するのは、中央のこの赤い部分のみということで、施工全体の一部にしか寄与していない。先ほど御紹介しましたとおり、ICT建機の生産性だけを幾ら向上させても、ボトルネックが生じて、このICT建機の機能を最大限に生かすことができないということになります。

そこで我々は、建機メーカーとしての責任といいますか、使命というものが、もともとこの部分にいかにかいものを出すかということだったのですけれども、お客様の視点で考えてみようということで、建設現場を見える化して、現場全体の生産性向上を目指す新たな取組ということということで、Smart Constructionというサービスを開始しました。施行前の測量から最後の検査、納品まで、この全てをデジタル化しまして、そこから生み出されたコトデータ、現場でどのようなことが起きているのかということ、3Dデジタルで横につないで、現場全体の生産性を最大にする。生み出されたコトデータを次のプロセスへとつないでいくことによりまして、施工のデジタルトランスフォーメーションというものが実現します。

では、具体的にデジタルトランスフォーメーションSmart Construction、少し長いのでDX Smart Constructionというものがどのよう

に行われているかということ、少し御紹介したいと思います。

DX Smart Constructionを実践するに当たって、最初にまず現場の地形、実際の現場の詳細なコピーを仮想空間に再現すると。先ほどもお話に出ていましたけれども、いわゆるデジタルツインというものを作成するところから始まって、DX Smart Constructionでは、このデジタルツイン上で、施工する前に様々な計画、検討、いわゆるシミュレーションを行いまして、それを実際の現場に反映させていくと。その結果をデジタルツインで再現して、再検討を実施、再び実際の現場に戻すということを繰り返して、現場の生産性をより向上させていくということです。こちらがリアルな現場で、こちらがデジタルの現場ということで、これがリアルタイムで同期すると。それで、PDC Aを回していくということをやっています。

このDX Smart Constructionについては、お客様の建設生産プロセスを中心としまして、お客様の課題、どういったことに困っているかということ、を起点としたIoTデバイス——IoTデバイスというのは、現場で起こっているコトデータをデジタル化するツールです——、それから、そのデジタルデータを処理するアプリケーション群を開発して進めているということです。ここに幾つかデバイス、それからアプリケーションがあるので、主なデバイスとアプリケーションを御紹介したいと思います。

1つ目は、これはSmart Construction Quick 3Dというデバイスになります。これは、リアルな地形をデジタル化する。

そういうデバイスとしてはもともとドローンによる3次元測量、それから、レーザースキャナーというデジタル系の測量機器などもあるのですが、こういったものは大きな現場の使用に限られるというのが現状です。小さい現場でドローンを飛ばすというものは、あまり現実的ではないといったような実態があります。

一方、最近では、スマートフォンですとかタブレットでも現場地形のデジタル化ができる技術というものが実現しています。最新型のiPhone、それからiPadでは、いわゆるレーザースキャナーと同じような仕組みで、地形を計測することができる。その機能を活用しまして、iPhone、iPadにこのSmart Construction Quick 3Dというアプリをインストールすることで、簡単に現場の3Dデータ化が可能となっています。小さい現場、現場の規模を問わずに活用が期待できるといったものになります。

Smart Construction Quick 3Dでアップロードされたデータ

というものは、この後御紹介しますSmart Construction Dashboardなどの各種アプリで利用が可能です。それから、国土交通省が推進しておりますi-Constructionの要領に沿った報告書、こういったものも自動作成できるといったようなこともやっております。

現在、ICT施工というものが広がっておりまして、建設現場の地形の点群化というものの必要性というのが非常に増加してきています。ただ、ドローンですとかレーザースキャナーといったものは、機材の準備がまず必要、それから、操作をする人の専門知識が必要ということで、誰でも簡単に短時間で作業を行うということはできないものになっています。一方、Smart Construction Quick 3Dの場合は、機材の準備、それから専門的知識、こういったものをほとんど必要としないという点で、こういうドローンとかレーザースキャナーの利用が難しい現場においても、安く、低予算、それから低工数、そういう手間暇かけずICT施工の拡大を見込むことができますということです。日本の現場というものは小規模の現場が大半を占めていまして、ドローンを飛ばせるような大規模の現場というものはどちらかというと少数になりますので、日本国内でこのICT施工というものを拡大させていくには、こういったツールが不可欠と考えております。

一方、建機側のほうですけれども、幾らSmart Constructionのアプリケーションでデジタルタスクをつくりましたといっても、受け取る側の建機のほうに受け取る機能がなければ何の意味もない。当社の試算では、国内で稼働している油圧ショベルのうちICT機能があるものは、ほんの2%に過ぎないという数字が出ています。残り98%は従来建機ということで、この98%の従来機を、デジタルタスクを受け取れるようにすることが、国内でのICT施工の拡大には不可欠と考えます。

それで、御紹介しますこのSmart Construction Retrofit Kitという、後づけのキットになるのですけれども、既存の油圧ショベルに対して3Dのマシンガイダンスという機能を提供しています。マシンガイダンスというのは、先ほど御紹介したICT建機というのはマシンコントロールといいまして、設計データの形状に合わせてマシンの動き自体を制御するのですが、こちらは単純なナビゲーションシステムになっていまして、マシンの動きまでは制御しない。操縦はオペレーターが行うということになります。主な機能としては、このGNSSアンテナを後から装着することによって、マルチGNSS、いわゆるGPS系の衛星群の位置情報に対応した3Dマシンガイダンス。

それからもう一つ、施工履歴データというものを取得します。この刃先の位置が、いつ、

どの位置を掘ったのかという座標データというものを常にクラウドのほうへアップするという、施工履歴データを取得するという機能をつけます。

それから、もう一つオプションとして、このバケットはどのぐらいの土を運んだのかというのを把握するために、重さを測るペイロードメータというものもつけております。

あらかじめSmart Construction Pilotという、このRetrofitキットに対応したアプリケーションをタブレット端末のほうにインストールすると。それで、これをキャビン内に設置すると。そうすると、GNSSコントローラーが制御をしまして、この後から取り付けた角度センサーとこのアンテナからの位置情報を、このSmart Construction Pilotのほうに情報として送ると。それで、建設機械の位置、それから設計図面との乖離といいますか、どのぐらいまで今、計図面に対して掘っているのかという情報を、タブレット上に表示するという機能になります。

このような感じでRetrofitキットが動いています。こちらはキットを装着した建設機械、こちらがそのキャビン内に設置するタブレットのイメージになります。こうやって同期をして、リアルタイムでオペレーターは位置を確認しながら施工する。

こういった刃先情報は、施工履歴データとしてDashboardに反映されまして、地形の変化というものがデジタルツインのデジタル空間のほうに可視化するようなことができます。

その基幹となるのが、このDashboardというアプリケーションです。先ほどのQuick3DとかRetrofitキットで取得した3Dデータがあつて、施工のデータ等々を表示して、現場を再現するというブラウザになっています。これはクラウド上で動いていますので、特にインストールの必要もありませんし、高機能のパソコンも要らない。ネット環境があればいつでも見られる。スマホでも見られるということで、モバイル系のDashboardのアプリケーションも、今、開発しているという段階です。これがDashboardの実際の画面になります。これがデジタル空間上に表される画面のイメージです。

もう一つ、Simulationという機能があります。少し時間がなくなってきたのではしょっていきますけれども、Simulationは、このダンプトラック等の動きを、実際その現場に入れる前にもうパラメーターを積むことによって、では、この工事がどうやって進んでいくのかということが、事前にシミュレートできるということです。ダンプの台数をここで調整したり、どのぐらいの工期がかかるのかということが事前に分かるということになります。

現場に実際、Simulationを入れた事例になります。これは堤防の工事で、土を持ってきて現場で盛るといような工事なのですが、ではダンプがどのぐらい要るのかというものを、Simulationによって事前に確認した。事前の確認では、当初の計画では20台入れましょうということで計画して、シミュレーションを回してみたのですが、年内、2021年の12月末までが工期だったのですが、20台だと間に合わないということが事前に分かりました。それで、パラメーターをいろいろ変えてみて、ダンプの台数を30台にしてシミュレーションをしたところ、2020年の12月18日には終わると。多少、余裕を持って終えることができる。稼働率も、20台だと99%ということできちきちなのですが、多少余裕を持って動くことができるということが事前に分かったと。それで、実際にダンプ30台で稼働したのですけれども、この現場については、実際、シミュレーションでの計画どおり30台で実施して、シミュレーションの結果どおり2020年の12月18日にその工事が完了したという結果が出ました。

最後に、コマツが今、取り組んでおります建設機械の自動化・遠隔化というものを少し御紹介します。大きく2つありまして、1つはもうサービスインしているものになるのですけれども、無人のダンプトラックの運行システム、AHSと言われるシステムです。これは2008年に市場導入しまして、世界19の鉱山で500台稼働しています。これは、あらかじめ設定したルートに沿って、このダンプは人が乗っていないのですけれども、無人のダンプが動いていくということで、オペレーターが必要ない。モニターは、これはオーストラリアのリオ・ティント社というところに入れた事例があるのですけれども、同社の全ての無人のオペレーションの運行管理というものは、現場から1,500キロ離れた都市、パースのオペレーションセンターで実施されます。ということで、オペレーターが現地に行く必要はないということで、安全かつ効率的ということで、非常に高い評価を得ております。現在、世界全体で、5月のデータですと、525台がこのAHSシステムで運行されているという実績になっています。

一方、ブルドーザーとか油圧ショベルの遠隔化・自動化というものにも取り組んでおります。先ほどのSmart Constructionによるコストデータのレベルアップ、シミュレーション機能をレベルアップしていくことに加えて、モノのほうの機能、自動化・自律化レベルを上げていくということで、この2つがミックスされることで、将来的には安全で生産性の高い、スマートでクリーンな未来の現場というものが実現して、建設現場のいわゆる問題というものを課題解決していく。それから、カーボンニュートラルというものを実

現していこうということで、中期的に取り組んでおります。技術的にはもう実現可能でして、今、POCの段階、準備段階ですね。お客様の現場へ試験導入をしようということで、準備をしているところでございます。

以上で、コマツのSmart Constructionの御紹介を終わりたいと思います。どうもありがとうございました。

【小塚座長】      ありがとうございました。

それでは、またこのコマツ様の御講演につきまして、御質問、御意見などありましたら、お願いをいたします。

是津先生、お願いします。

【是津構成員】      大変興味深い御発表、ありがとうございます。まさにデジタルツインの威力を発揮して、いろいろな建機を連携させて、シミュレーションをかけて、トラックの台数を調整したり工期を短縮するというのはすばらしい成果だと思います。そこで1つ御質問がございまして、シミュレーションをつくるのはどれぐらい複雑なのかということと、あと、今回、恐らく土量が基準になっているからできたのかもしれませんが、土木ではいろいろな要素が入ってきますので、土量以外のものも含めてさらにシミュレーションを複雑にしていくと、どれぐらい大変になるのかというのを教えていただけますでしょうか。

【村上氏】      そうですね、基本的に今、おっしゃっていただきましたとおり、土量のところをベースにこのシミュレーションというものをまず構築しています。例えばダムの記事などで、仮設道路というものを事前に造ります。要は機材などを運び出す道路です。その道路のルートはどうするかというものを、勾配などを事前に見て、SimulationがAIの機能を使いまして、AIは多分、いわゆる集中演算といえますか、たくさんの演算を短時間でやるということをやって、たくさんのパターンを試した上で、積まれたパラメーターに沿ったベストなルートを構築するというロジックで、このシミュレーションはつくっています。

もともと、今、現場監督などがそういう仮設道路のルート決めをするときというのは、エクセルを使って、エクセルのセルに勾配とかそういうデータをたくさん入れて、人によってやり方は違うのですけれども、経験と勘でつくっていくことをやっています。それをAIにやらせることによって、短時間、かつ効率的につくれるというのが基本ロジックになっています。

このシミュレーションの効果としてもう一つ我々が期待するのは、安全性の確保です。こ



ういった現場で、建機とかダンプとか、あとは人もどういふふうに動くのかというものを全部このSimulationに入れまして、危険箇所というものが何千回も回すと見えてくるのです。なので、ある日ここで必ず事故が起きるよねというのがシミュレーションで分かると。それを事前に把握することによって、そこをどうするかという対策を事前に打つことができるということで、安全性も確保できる。

そうすると、やはり人の動きをどうやってデジタルデータ化していくかということがあるのですけれども、今回、御紹介しなかったのですが、人のベルトにGNSSの位置情報をキャッチするアンテナをつけて、それをデジタルデータとして送るという機能を持ったアプリケーションを今、開発している最中です。大きさとしては、FRISK、タブレットのキャンディーのようなあのFRISKサイズのをベルトにつけて、人の情報をここから取るということができないかということで、今、考えている最中でございます。

ということで、お答えになったでしょうか。

【是津構成員】 ありがとうございます。特に人の動きが取れるようになると、いろいろな応用が利くと思いますが、これは非常に興味深いと思います。ありがとうございました。

【小塚座長】 ありがとうございました。

#### (4) 意見交換 (全体)

【小塚座長】 少し時間が押していますので、今のコマツ様の御講演も含めて、全体を通じてどの点についてでもということで、御意見、御発言を賜ればと思います。

それで思い出しましたのが、オリィ研究所様への御質問として、雨宮先生の御質問がペンディングになっていたのですね。雨宮先生、ペンディングになっていた御質問をいただけますか、今。

【雨宮構成員】 どうもありがとうございます。私から御質問としては2点ございまして、モーションに関するデザインの話と、あと分身カフェということでしたので、分身の話を少し聞きたかったなと思ひまして、御質問させていただければと思います。

1つは、大変すばらしい取組だなと思うのですけれども、例えばファミレスなどで今、配膳ロボットがあつたりしまして、機能だけ実現しようとするれば、それはできてしまうと。ただ、今回のいいところというのは、その後ろにいるパイロットとのコミュニケーションとか、そのつながりを、どのように本人がそこにいるように感じさせるかというところ

が非常に重要だという話だったかなと思います。

今回、ロボットを作られて、体、身体性を持ったもので様々な振る舞いをつくり出すと、そういうことがこのロボットの中では重要だと思うのですが、例えば今、おでこにカメラがあるような形だったかと思いますが、視線が合う際には、とても有効に顔を見て話すというものが取れる一方で、例えば話をしながらうなづくような動作をロボットに求めてしまうと、カメラがぶれてしまったりということもあるかなと思ひまして、どのようなデザイン、プラス動きのデザインというところをするのかというのが、非常に重要なこと。

これは、恐らくメタバースでのアバターに関しても、何か動きをつくる際に、全部フルトラッキングでやるわけではなくて、ある種のエモートのような形で簡略化したり感情表現ということをする際に、特に今回の取組というのは、入力側と出力側で非対称性といいますが、完全に入力と出力できるものに強い制約条件みたいなものがあるという関係性の中で、非常に示唆に富んだお話になるのかなと思ひて、ぜひともお伺いしたいのですが、今回の装置の中でどういったものを残そうと……。例えばロボットの自由度の中で、どういった身振り手振りというものを重視して残そうとされたのかですとか、あとは、実際にカフェ等を運営されながら、こういった動きがあったほうがいいのではないかと、そういうフィードバックを結構されたと思うのですが、それを逆にしまうと少し複雑になってしまいますみたいな話があったりするかなと思うのですが、そのあたりですとか、あとは、個人の個人らしさを感じようとする際に、そういった限られた自由度のロボットでどれぐらいのアイデンティティーみたいなものが生まれるのかみたいなところ、もし御示唆があればぜひともお伺いしたいなという点が1つ。

あと短いものでもう1点は、分身ロボットカフェという話でしたので、1人のパイロットが複数のロボットに対して、複数のOriHimeに対して時間切替えて同時に働くようなことも、恐らく取り組まれているのではないかなと思うのですが、そういった今後のさらなる働き方の多様化ですとか、そういうところでもし何か取組等があれば……。恐らく同期コミュニケーションのロボットになると、そういう時間分割をどうするかというのはかなり大変な話になるかなと思ひますので、ぜひともそのあたりを御教示いただければかなと思ひます。

【吉藤氏】 オリィ研究所の吉藤でございます。

モーションに関しましては、私が大学時代、このあたりは、何でしょう、演劇とかパントマイムを学んでいながらロボット制御をやっていたという、少し変わり種でございまして。

逆運動学とか、ここにどういふふうロボットアームを持っていくかというのではなくて、この動きを見ている人がどのように解釈するかということを考えるのが、表現の世界だったりするのですけれども、そういう点において、例えば日本の歌舞伎とかもそうですし、能面とかもそうなのですけれども、要は能面というのは別にお面は変わったりしないですし、人形浄瑠璃なども表情がころころ変わったりするわけではなくて、何なら後ろで動かしている人間がもろに見えるのですけれども、我々はそこにはないはずの命を感じたり、感情移入したりすることができるのと。つまり見ている人たちがどのように想像できるかということを手助けするのが、人形にできることなのです。

つまり重要なことは、見ている方々がどのように頭の中で想像を膨らませてくれるかというところで、そこにおいて重要なことというのは、余計な情報を与えないことと、情報量が私は非常に多い社会だと思っているのですが、逆に第一印象もそうなのですが、情報量が多過ぎると、その第一印象だけで満足してしまうわけですね。初めにごそっと資料を渡されたら少し読む気が失せるのと同じように、少し写真があつて、これはどういうことですかと聞きたくなるような、そういうものによって、例えばアートであつたりというのは語られると思つていて、我々人間も同じで、何かこの動きにはどういう意味があるのだろうかということ想像できる余地をどうデザインするかというところを、モーション、また外見というものを考える上で、私は結構参考にしながらつくっているところがありまして、分身ロボットカフェで働くパイロットたちも、割と単純に手を上げるとか、やろうと思えばモーション、情報を増やして、グー・チョキ・パーをつくつたり、我々人間であれば関節がいっぱいあるので、手を上げるだけでもガッツポーズもあれば、タクシーなのか、「はい、先生」なのかとか、ハイタッチとかいろいろあるのですが、それらを全部つくると大変なのですが、単純に、人形劇とかもそうなのですが、OriHimeの場合、手を上げるという動きをすると、シチュエーションに応じて見ている人が勝手に解釈するというところと、自分が何がしたいかと相手がどう受け取るかというところが一致すれば、それはハイタッチにもなり得るしというふうな考え方をしていたりします。

そうですね、カフェの個人らしさというモーションというところに関しては、カフェで働いているメンバーたちと定期的にZoomとかメタバース世界、それこそ実は分身ロボットカフェデジタルツインが存在していて、そこが彼らの控室になっているのですけれども、そこで、彼らがよくこういうモーションが欲しいよねみたいなことをいろいろ言い合つたりしているものを受け入れて、うちのインターンシップの学生たちがそれをつくつたりみ

たいなことも、プロジェクトとしてやっていたりしながら進化しております。

あと、面白いものとしましては、1人のパイロットが、今、確かうちのカフェの中には20台ぐらいロボットがあるのですが、うちのカフェで働いているパイロットは70人おります。したがって、時間で、1時間単位だけで働くとか、体調の関係もありますので、1時間だけ働くとか、体調が安定されている方は3時間連続で働くとかということができるようになっているのですけれども、1台のロボットをみんながシェアするボディーだという扱いをしているのですけど、少し面白いことが最近起きてきて、もうロボットの姿で働き続けて三、四年ぐらいのベテランになってきますと、1台のロボットではもう飽き足りない、何か満足できないらしくて、複数のロボットを同時に操り始めたということで、自分が大きいOriHimeを動かして動いている姿をもう1個のOriHimeで客観的に第三者視点から見ながら、モーションを確認したり、自分がどのような姿勢で接客しているかみたいなのを第三者的に見たほうが、何か安心するというふうなことを言っていたり。

あと、本当に秋田に住んでいる方が、今、OriHimeは和歌山のアドベンチャーワールドとか鎌倉の大河ドラマ館で働いたりするのですけど、東京と、それぞれの受付に同時に入って、来たお客さんに対して接客するというような形で、1人が複数のところに自分の体を分けて存在しながら、その存在率を調整するみたいな、そういうことをやっていたりということもありますので、ある意味、生身の人間がそこに行くよりも、瞬間移動的にその人の判断力というものが求められるというふうになったりするのと。

もう一つ面白いことに、1つのOriHimeに複数人が入ることができるので、OJTがそのままできると。先輩パイロットが後ろにいて、先輩パイロットがやっている例えばモーションを初心者の方が見ることもできるし、初心者の方が接客している様子を、後で先輩がそれに対してフィードバックすることができるような仕組みなども、1つの体に複数人が入るとできると、そういうことも今、実は私たちの研究として取り組ませていただいております。

【小塚座長】      ありがとうございました。

もう一問、二問、先生方からも承りたいと思いますが、私も1点御質問がありまして、オリィ研究所と、それからコマツに同じ御質問なのですが、インフラですね。どの程度のインフラが必要なのだろうかということで、リアルタイムのそういう動きをされるときのインフラ、それから、コマツには、特にクラウドにかなりのデータとかアプリを置いておられるようなので、そのあたりのことも、どういう利用関係になっているのかというのも興味があ

りまして、伺えればと思います。

あと、栄藤先生からも、インフラに関する御質問が来ているのですね。

【扇企画官】 はい。御紹介させていただきます。

土木現場ではモバイル通信インフラなどが整っていないケースも考えられるが、例えば S t a r l i n k など衛星通信も含めて、どのような通信インフラを用いているのかと。それから、またこれに関して何か要望等がありますかというような御質問を、栄藤先生からいただいております。

【小塚座長】 では、まず吉藤様、お願いいたします。

【吉藤氏】 我々の場合ですと、室内ということもありますので、実は割と外であれば安定するネットワークも、室内に入ってくると意外とうまくいかないところもございまして、その辺は割と様々な……。我々はNTTさんと資本提携をさせていただいて、研究はしておりますけれども、いろいろとインフラ的に……。5Gになって劇的に変わっているかというところ、実はなかなかそういうわけでもなかったりするところがございますので、このあたりはアンテナを強化したりということ、いろいろと苦戦しながら、とはいえ、海外のお客様もいらっしゃる場所で、では、日本語であれば、聞いているパイロットもうまく推測することもできるのでありますけれども、英語などですと聞き逃しが全く情報に……。うまく伝わらなかつたりするところもありますので、できる限り今は音声優先の通信などをつくりながら、インフラの部分が、できる限り通信が途切れないようにしていくという単純な話ではありますけれども、そういう工夫をしながら、あとは移動する部分においては、我々、常にインターネット越しにコントロールをし続ける形ですと、やはり危なかつたり、ネットが途切れてしまうときに衝突したりということもありますので、そのあたりはうまく L i D A Rなどを積みながら、つまりセンサーを積みながら衝突防止、またライトレースみたいな、ラインをあえて引くことによって、ここはロボットが通る道だから、お客様もここには荷物を置かないでくださいというものを視覚化していくことによって、インフラの不安定さ、ネットワークの不安定さをカバーするような、そういう形で運用しております。

【小塚座長】 ありがとうございます。

村上様はいかがでしょう。

【村上氏】 今、S t a r l i n k というのが御質問の中に少し出てきましたけれども、我々も特に海外の現場ですね。日本でもいろいろな衛星は上がっていますけれども、工事現場だとなかなか情報を取るのが難しいというところがあって、S t a r l i n k、それから

OneWebという、小さいペンシル型のロケットで打ち上げるたくさんの衛星から位置情報をもらうという、このインフラには我々も非常に期待をしています。そうすると、山中でもシームレスに位置情報が取れるということで、これは将来の検討事項として上がっているというところがございます。

【小塚座長】 あとクラウドは、コマツのほうでクラウドにアクセスを持っていてユーザーさんにお使いいただくのか、それとも、ユーザーにクラウドへのアクセスを取っていただく形になるのですか。

【村上氏】 そうですね、我々のほうでクラウド上にデータを上げて、そちらにサブスクリプションのような形で御利用される方に使っていただくというような形に、将来的にはしたいと思っていますけど、今のところ現状としては、弊社のほうで提供しているアプリケーションがクラウド上のデータを使っているというのが現状です。将来的にはもっとオープンに、いろいろなアプリケーションが我々の建設現場のデータを使っただけできるようになればいいと思っています。

あと、先ほども話が出ていましたけれども、国土交通省さんのデータプラットフォーム、こちらにも我々もいろいろと参画をしております、将来的にはそういう共通化というものも検討しているというところですよ。

【小塚座長】 ありがとうございます。

そのほか、先生方から何かまだ一問、二問ございますか。

では、仲上さん、お願いします。

【仲上構成員】 日本スマートフォンセキュリティ協会の仲上と申しますけれども、コマツ様の村上さんにお話を伺いたいのですけれども、今回お話しいただいた取組というのは、いわゆるサイバー、フィジカルの融合の取組だと思うのですけれども、やはりサイバーのほうからフィジカルに非常に大きな力でコンタクトできるような通信というか、コマンドが発生しているわけですけれども、サイバーセキュリティの観点で、そういった、サイバー側からフィジカルにコントロールをかけるというところで留意されている点、工夫されている点などがあれば、お伺いできればと思います。

【村上氏】 現状は、例えばAmazonのAWSだったり、そういった既存のプラットフォームのセキュリティ機能を使っているというところに、まだとどまっています。ただ、将来的にこういったICT施工が一般化してきますと、ではその施工データは誰のものかという議論も少しありまして、それは施工者様のものなのか、コマツのものなのかということ

ころは、まだ少し議論が煮詰まっていないところもあるのですけれども、重要なデータであることは変わりはないので、そのセキュリティについては、今、研究段階ですけれども、どういった方法にするかということは検討しているという状況でございます。

【仲上構成員】 ありがとうございます。本当にエッジA Iのセキュリティもありますし、I o Tセキュリティも絡むところではあるかと思いますので、その発展には期待しております。よろしくお願いいたします。

【村上氏】 ありがとうございます。

【小塚座長】 そのほかありますでしょうか。よろしいですか。オンラインの皆様の中には、次の御予定で既に退出してしまわれた構成員の方もいらっしゃるようですが、よろしいでしょうか。

## 閉会

【小塚座長】 それでは、いろいろまだまだ伺いたいこともありますけれども、本日はこのあたりで閉めさせていただきたいと思えます。御講演者のお三方、どうもありがとうございました。また、活発な御議論いただきました構成員の皆様にもどうもありがとうございました。

それでは、事務局から御案内がありましたら、お願いします。

【金坂調査研究部長】 本日は貴重な御議論をいただき、ありがとうございました。次回、第5回の会合につきましては別途御連絡させていただきます。よろしくお願いいたします。

事務局からは以上でございます。

【小塚座長】 少し時間を超過しまして、失礼いたしました。

本日、これにて終了とさせていただきます。どうも皆様、お疲れさまでした。

以上